

7. 有用技術集

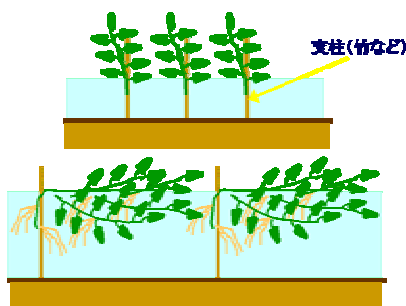
農業/食用・園芸作物栽培(FH-01) エンサイによる富栄養化水の浄化

技術が既に適用されている国・地域および対象者
【日本】千葉県手賀沼、沖縄県石垣市 【海外】タイ
技術が適用可能な国・地域および対象者
・熱帯・温帯のエンサイ(空心菜)が栽培可能な地域の農漁民
技術の背景
・人口増加による人や家畜の排泄物の増大や農業での化学肥料の利用により、湖沼に流入する水には窒素分などの養分の含有量が多くなっている。このため、湖沼を富栄養化させる傾向にある。 ・湖沼の浄化にはホテイアオイなどが活用される場合もあるが、食用にはならず、また水分含有量が多いので、堆肥化して肥料にするにしても、取り扱いが難しい。 ・途上国でも過剰施肥になっているところは多く(特に都市近郊の園芸農業など)、今後も湖沼、河川の富栄養化は進む可能性が高い。
技術の内容
【概要】 ・湖沼や河川、民家の家畜小屋のし尿が流れ込む池や湿地で、エンサイを栽培し、富栄養化した水を浄化する。同時にエンサイを野菜として販売し現金収入を得たり、飼料として家畜に与えるなどして、水の中にある余剰養分を有効に活用する。 【特長・効用】 ・エンサイは水分中の肥料吸収力が高く、水分中の栄養分を有効に吸収することができる。また家庭や家畜小屋などから出る排水なども利用して栽培できるため、未利用資源を有効に活用できる。 ・エンサイは比較的簡単に栽培できる。畑で栽培するだけでなく、水上でも栽培することができ、河川や湖沼での栽培も可能である。また他の園芸野菜の生産に比べて、投資がそれほど大きくなるしない。 ・食用であるため、野菜として市場での販売が可能である。ビタミン A・B・C やカルシウムが多い。ポリフェノールも含まれている。フィリピンやインドネシアではカンコン、タイではパブーンと呼ばれるなど、アジア各地で日常的に広く食べられている。 ・エンサイは冬場の気温が 15 くらいであれば越冬が可能で、熱帯地域では栽培が簡単である。 ・家畜の餌としても活用できる。 ・耐塩性が高く、塩害が出ている畑などでの栽培が可能な場合もある。
途上国のニーズとの整合性
・河川や湖沼の水に含まれている余剰肥料が有効に活用でき、投資する資金も非常に少なくすむ。 ・エンサイの販売により、現金収入の機会を創出できる。 ・栄養的にも優れているので、自家消費野菜としても利用可能である。
途上国における適用上の問題点 / 利用上の留意点
・重金属汚染などがある河川や湖沼で栽培されたエンサイを食すると、害が起こる可能性がある。 ・家畜の糞などが流入する裏庭の湿地帯で栽培した場合、衛生上の問題が生じやすいので、ちゃんと火を通して食す必要がある。家畜糞などを嫌がる地域では、こういった場所での栽培は困難が予想される。 ・エンサイは短日条件化で開花する品種が多い。花芽形成されると可食部の葉や茎が伸びなくなってしまうため、栽培時には開花を遅らせる必要がある。このため、赤道付近での栽培には、日長感光性の低い品種を用いる必要がある。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
・エンサイの情報 HP: http://heboen.hp.infoseek.co.jp/yasai/ensai.html



市場で販売されるエンサイ

水上での栽培

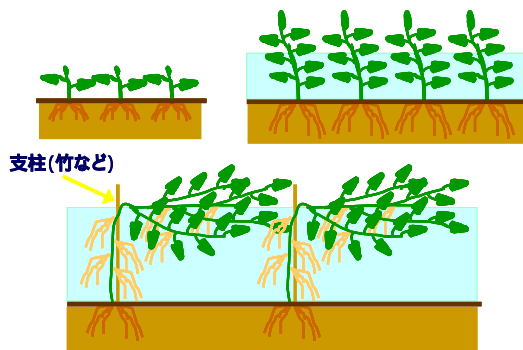


河や湖沼での栽培方法



河上で栽培されるエンサイ

水田での栽培



水田での栽培方法

水田での栽培風景



(図・写真の提供: 千葉大学園芸学部 高垣美智子 助教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
千葉大学 園芸学部 高垣美智子 助教授

農業/食用・園芸作物栽培(FH-02) 季節性湿地帯の水環境保全型新作付け体系

技術が既に適用されている国・地域および対象者
【日本】未適用 【海外】ナミビア
技術が適用可能な国・地域および対象者
・季節河川の周辺地域などの人口密集地域で、氾濫水を作物生産に充分には利用できていない地域、あるいは、流域系全体の水環境を保全する必要が高い地域等に居住する貧農を対象とする。
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・アフリカでは季節河川の氾濫による湿地帯が広範な地域に形成されるが、氾濫水は必ずしも人間活動に充分には活用されていない。それらの地域では、氾濫による肥沃土壌の集積や、水資源へのアクセスが容易なため人口密度が高くなる場合が多い。ナミビアの場合では、現金収入がほとんどない自給自足型の貧農がその地域に数多く居住しており、半乾燥地の水環境を保全しながら湿地帯を農業利用することが望まれている。 ・季節性湿地帯の上流域に灌漑施設等が建設されると、下流域の水環境を著しく悪化させるケースが起こりうる。ナミビアの場合、下流域に国立公園があるため、人口密度が高い上流域の湿地帯は放置されており、牛の放牧場として利用されているにすぎない。 ・日本を含めたアジアモンスーン地域では、種々の水環境(浮稲から陸稲)に適応したイネ栽培技術が成立している。アフリカの生態系を改変することなく、これらのイネ品種や技術を導入することは十分に可能である。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・灌漑施設を建設せずに、現地にありのままの季節性湿地帯の水環境を保全しながら、新しい作物(ナミビアの事例ではイネ)を導入し、既存の農業体系に融和した新たな作付け体系を創出する。 ・新たに創出された作付け体系が、流域内の水資源環境に何らかの負荷をかけていないかどうかを確認するためには、広域生態系における水収支の変化を測定することが重要である。このため、自然界にわずかに存在する重水の動きを測定し、流域系の水の動きとともに、新規導入作物による水の利用状況を調査する。これらの調査結果を元に、新しい作付け体系の適性を判断する。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作物栽培に利用されていない季節性湿地帯に新作目を導入することで、未利用資源の有効利用を図る。 ・現地の自然状況や農民の社会経済的な状況を十分考慮し、新しい作物の選定、栽培技術の確立、栽培時の農業資材の投入量を決定する(集約・粗放度の見極め)。 ・流域系における水資源(季節性氾濫水、複数の水源、各地の降水)から水を採取し、自然界に非常に低い割合で存在する重水の含有量を測定することによって、その土地の流域系の水資源の関係性を明確にする。 ・新しく導入した作物による水消費量を測定することによって、当地の水環境で成育可能な作物種を特定するとともに、流域系全体での持続的な農業生産のあり方を提言する。 ・ナミビアの事例では、科学研究費補助金による研究プロジェクトにより、水稻や陸稲(ネリカ米を含む)品種の現地栽培試験が行なわれており、あるがままの湿地生態系を農業土木的に改変することなく、それぞれの生態系に応じて陸稲から浮稲までさまざまな稲を導入中である。沙漠国ナミビアでは、これまで稲は栽培されてこなかったため、日本による技術移転効果は著しく高いと推定される。なお、ナミビアの主食として栽培されているトウジンビエとササゲの作業体系を勘案して、稲作の導入が検討されている。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・未利用地に換金作物としての稲を新規導入することにより、現地の貧農に現金収入の手段を与え、農民の生活向上に寄与することができる。 ・環境面での配慮や利用可能な資源の把握を十分に行なったうえで、新しい作付け体系が確立される。 ・一般的な感覚論ではなく、重水の分析等による科学的なデータを元に、水資源利用の持続性が判断できる。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・広域の水収支や重水の分析はコストがかかるため、対象規模、サンプル数などの考慮が必要である。 ・現地の気候や環境条件、農民の社会経済状況を十分に把握して、新しい作目導入や作付け体系を創出する必要がある。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・名古屋大学 飯嶋盛雄助教 HP :http://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~sakumotu/ijjima/IijimaHome.html ・Walter Zegada-Lizarazu et al., Pearl Millet Developed Deep Roots and Changed Water Sources by Competition with Intercropped Cowpea in the Semiarid Environment of Northern Namibia, Plant Production Science, Vol.9, No.4, 355-363, October, 2006: http://www.jstage.jst.go.jp/article/pps/9/4/355/_pdf/-char/ja/ ・Walter Zegada-Lizarazu et al., Water Acquisition from the Seasonal Wetland and Root Development of Pearl Millet Intercropped with Cowpea in a Flooding Ecosystem of Northern Namibia, Plant Production Science, Vol.10, No.1, 20-27, January, 2007 http://www.jstage.jst.go.jp/article/pps/10/1/20/_pdf/-char/ja/

関連資料 (図・表・写真)



雨季になると現れる小規模な湿原。湿原の側には居住地があり、その周りではトウジンビエやササゲが栽培されている



湿原では牛の放牧が行なわれており、作物栽培には利用されていない



農民が慣行的に行なっているトウジンビエとササゲの混作



栽培中は、除草が最も大変な作業となる



新作目として適用試験栽培が行なわれている稲



適用試験栽培には、ネリカ米も含まれている



農民による展示会の様子

新しく季節性湿地帯で稲作を始めようとする農家を集めて、さまざまな議論を行う

(写真の提供:名古屋大学大学院 生命農学研究科 飯嶋盛雄 助教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
名古屋大学大学院 生命農学研究科 飯嶋盛雄 助教授

農業/食用・園芸作物栽培(FH-04) サゴヤシの実生による増殖

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用</p> <p>【海外】東南アジア・オセアニア地域のサゴでんぷんを利用している住民</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<ul style="list-style-type: none"> ・熱帯・亜熱帯地域に住む途上国の農・漁民が対象。 ・特に自生している東南アジア・オセアニア地域での適用可能性が高いが、アフリカなどでも栽培試験が行なわれており、適用可能性が確認されつつある。耐塩性があるため、海岸沿いでの湿地帯の植生回復などの目的に利用できる可能性が高い。
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・サゴヤシは樹幹に 200kg を越える多量のでんぷんを蓄積するヤシ科の植物で、食料生産やバイオエネルギーの原材料として注目されている。 ・サゴヤシは主に湿地帯などの未利用地に自生しており、そこでは他の作物栽培が難しい。サゴヤシを生産することによって、未利用地での食糧生産を行なうことが可能である。特にサゴヤシは塩ストレス耐性が強いいため、塩害によって利用が不可能になった土地や海岸近くの湿地帯でも生育が可能である。エビの養殖場跡の植生回復などにはサゴヤシの利用が可能である。 ・サゴヤシの増殖は、主に吸枝(サッカー)と呼ばれる根元から出てくる芽を成木から採取し、移植していた。ただし、この方法では栽培面積を急速に拡大することが困難なため、プランテーションなどの造成にはあまり適していなかった。また吸枝は活着率が 60%程度と悪く、植え替えなどの手間がかかる。このため、大量に育苗できる技術が求められていた。 ・近年では化石燃料からの脱却が重要課題であり、エタノールなどバイオエネルギーの原料として、でんぷんの需要が高まってきている。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまでサゴヤシの増殖には、吸枝(サッカー)が利用されてきた。これは、サゴヤシの実生の発芽率が低く、苗木の育苗が困難なためである。サゴヤシの種子は 1 個体から千個近く、多い場合には数千個も採取できるが、有効利用されてこなかった。 ・サゴヤシの種子の皮を剥いて数日程度水にさらしておく、発芽率がよくなり、出芽時期も揃うことが分ってきた。これは種子の皮に含まれている発芽阻害物質が洗い出されるためと考えられている。 ・でんぷん含量の多いサゴヤシを特定し、その実生から有用種を選抜していくことで、優良品種の伝播速度がかなり速くなる。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常に簡単な種子への処理により、これまで難しかった種子を用いての苗増殖ができるようになった。 ・吸枝の代わりに種子を利用するため、他地域への伝播が非常に簡易になる。 ・同時期に、大量の育苗が可能になるため、大規模なサゴヤシ農園の造成にも対応できる。 ・サゴヤシには耐塩性があり、以前エビの養殖場であったところが放置された場所や、マングローブの伐採により、裸地になった海岸線のリハビリに有効である。また、津波により破壊された沿岸のリハビリにも使える。塩分濃度の違いによりマングローブとサゴヤシを使い分けることで、高い効果が得られる可能性が高い。サゴヤシ植樹による波防効果も期待できる。 ・サゴヤシの収穫後、サッカーが残り再生するので、再び裸地には戻りにくく、環境の保全とデンプンの持続的生産が可能である。 ・サゴヤシのでんぷん収穫には 10 年近くを要するが、その機能から「生きたでんぷん貯蔵庫」として活用できるため、救荒作物としての利用価値が高い。 ・一部の地域では生でんぷんを食することもあるが、麺類やスナック菓子などに加工も可能である。 ・でんぷんは食用のみならず、バイオ燃料(エタノール)などの原料としてのポテンシャルが高まってきている。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・サゴヤシが生育可能な地域はかなりあると考えられ、その多くは湿地帯などの未利用地の可能性が高い。現在利用されていないところで食糧生産が可能となり、食糧安全保障の観点からも、有用な作物である。 ・気象変動などの影響を受け難く、貧困層にとっては救荒作物としての価値が高い。
途上国における適応上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・サゴでんぷんの採取後には大量の残渣が出るが、その処理を効率的に、また環境に負荷をかけないやり方で行なう必要がある。 ・一部の地域では、サゴでんぷんを食べる人は貧困層であるという認識があり、社会・文化的な要因から食料としては受け入れられない場合も考えられる。また、現地にニーズがあるかどうかの確認も必要である。このため、

社会経済調査を実施し、現状を把握しておくことが重要である。

関連情報 (ウェブサイト・参考文献)

- ・三重大学 江原宏助教授の HP: <http://www.crc.mie-u.ac.jp/seeds/html/588/index.html>
- ・サゴヤシ情報 HP: <http://www1.plala.or.jp/maui/starch/sago.htm>
- ・サゴヤシ学会 HP: <http://www.bio.mie-u.ac.jp/~ehara/sago/sago-j.html#A>
- ・江原宏、サゴヤシ種子の構造と発芽の過程 SAGO PALM 14: 38-41(2006)
- ・江原宏、内藤整他、タンザニアへのサゴヤシの種子および実生の導入 SAGO PALM 14: 65-71(2006)
- ・江原宏、山本由徳他、インドネシア・スマトラ東岸におけるサゴ生産 SAGO PALM 6: 28-33(1998)

関連資料 (図・表・写真)



サゴヤシ



サゴヤシの樹幹
(でんぷんが取れるところ)



サゴヤシの実生



種子の皮を剥ぐ作業



種子からのサゴヤシ苗の生産



サゴヤシ苗の定植作業



サゴの収穫調査の風景



サゴでんぷんを使用したデザート



サゴでんぷんを使用したスナック

(写真提供: 三重大学大学院 生物資源学研究科 江原宏 助教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
三重大学大学院 生物資源学研究科 江原宏 助教授
京都大学 高村奉樹 名誉教授

農業/食用・園芸作物栽培 (FH-06) ヒマの栽培とヒマシ油の品質向上

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用 【海外】未適用</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<ul style="list-style-type: none"> ・現在ヒマが栽培されている地域(インド、ブラジル、中国など) ・中山間地など、ヒマを利用した複合農業が可能なところ(例えば野蚕の餌として)
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・植物油の需要は年々高まりつつある。ヒマから採れるヒマシ油は、化粧品や潤滑油としての工業用油としての需要が高い。近年ではポリウレタンの原材料や塗料添加剤としての化成品の需要が高まりつつある。 ・ヒマ栽培はプランテーションなど大規模に行なわれているケースはまれで、半野生かもしくは農家レベルで副作物的に栽培されていることが多い。栽培技術が向上し、収穫量の増大や収穫物の品質向上が図られれば、ヒマ栽培農家の収入向上につながる可能性が高い。 ・ヒマを利用した野蚕の飼育が行なわれている地域もある。油料作物としてだけではなく、ヒマの葉を野蚕の餌に利用したり、野蚕から得られるさなぎを家禽の餌にするなど、複合農業の可能性もある。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヒマの場合、重量の軽い種子(登熟不良種子)から取れる油は、一般的に酸価が高い(遊離脂肪酸が多い)。ヒマシ油はその組成から水とはっきり分離しないため、脱酸(遊離脂肪酸除去)を行なうことが難しい。このため酸価が高い油はその精製過程で問題となり、油の品質低下を招く。 ・ヒマの果房を適正な大きさにすることで、登熟不良種子を少なくし、油の品質を高める。 ・収穫後に不良種子の選別、除去を行い、油の品質向上を図る。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヒマの果房が大きくなると登熟不良種子が多くなる。このためヒマの果房の生長をできるだけ小さめに抑え、登熟度の高い種子を生産する。 ・果房の大きさを抑えるためには、果房がそれほど大きくならず、果房内の種子の登熟が揃いやすい適性品種の選定が重要である。 ・登熟期の土壌水分の欠乏は、種子の生長に負の影響を与えることから、この時期の土壌水分管理(必要であれば灌漑)が重要となる。 ・栽培管理と共に収穫後の種子選別により、油の品質をかなり向上できる。登熟不良の種子を取り除くだけでもかなりの効果がある。 ・ヒマの葉は野蚕の餌にもなり、種子の収穫だけでなく、他の農業活動とあわせた複合的な農業を行なうことが可能である。野蚕の場合は、カイコからでた糞を肥料として利用したり、さなぎを家禽類の餌にしたりすることで、中山間地など農業にあまり適していない地域でも、生産性の高い農業を行なえる可能性がある。 ・最近ではヒマシ油を原料とした植物性プラスチックが開発され、ノートパソコンや携帯電話の一部に使われ始めている。環境にやさしい材料として注目されている。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・中山間地などの農業生産に向かない地域でも生産が可能である。 ・小農でも栽培が可能で、投資が少なくてすむ。また、複合的な農業を実施できる可能性が高い。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・ヒマの生産はインド、中国、ブラジルで9割以上を占めることから、他地域の栽培はまだ盛んではない。 ・精油は個人農家レベルでは難しいので、搾油業者や中間業者等にヒマの種子を買い取ってもらう必要がある。したがって、販売ルートの確立が重要となる。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・道山 康弘他、ヒマにおける第1果房の種子収量構成要素および油の品質に及ぼす登熟期の土壌水分欠乏の影響 熱帯農業 45(別1), 2001 ・道山 康弘他、ヒマにおける第1果房の種子収量構成要素および油の品質に及ぼす登熟期の遮光の影響 熱帯農業 48(別1), 2004

関連資料 (図・表・写真)



ヒマの木



ヒマの花



ヒマの果房



果房が小さく成熟が揃った状態



果房が大きく成熟が揃いな状態



登熟したヒマの種子

登熟不良種子(軽い種子)から取れた油は酸価が高く、品質の低下を招く。出荷の際に、こういった種子を取り除くだけで、油の品質向上が図られる。

(図・写真の提供:名城大学 農学部 道山弘康 教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
名城大学 農学部 道山弘康 教授

農業/食用・園芸作物栽培(FH-08) ヤムイモの挿し木繁殖と休眠制御による周年栽培

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用 【海外】西アフリカ諸国</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・ヤムイモ栽培が可能な熱帯・亜熱帯地域の農民(特に、生産が盛んなアフリカ、中南米、カリブ海諸国、オセアニアなど)</p>
技術の背景
<p>・ヤムイモは未だに栽培・加工技術の開発が進んでおらず、伝統的な農法により栽培されている。他方、サツマイモやキャッサバは栽培が容易で、高収量品種の開発も進み、加工技術も改良が進んでいる。</p> <p>・ヤムイモの植え付けには、種イモとして、収穫したイモを 200～500g 程度の大きさに切って利用する。大量の種イモが必要とされ、そのコストが総コストの約 30%以上にもなる。</p> <p>・ヤムイモには一般的に 3～4 ヶ月の休眠期間がある。このため、収穫後すぐに灌漑が可能な畑に種イモの植え付けを行なっても、休眠期間を経るまでは発芽しない。また、在来の種イモ貯蔵技術では長期間の貯蔵ができない。このため、栽培時期が 1年に1度、同時期に限定される結果となり、収穫時期が特定の季節に集中する。したがって、他のイモ類や貯蔵性の高い穀類に比べて、価格変動が激しい。</p> <p>・ほとんどのヤムイモは湿潤地域で栽培されているが、品種によっては降雨量 1000mm 程度の地域でも栽培可能で、湿潤サバンナであれば生産可能である。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <p>・ヤムイモの地上部分を挿し木にして種イモ栽培を行い、生産コストを下げる。また、収穫した種イモをホルモン処理して休眠期間を短縮したり、組織培養の技術を用いて通常の休眠期間に植え付けができる種イモ生産を行い、ヤムイモ栽培の周年化を実現する。</p> <p>【特長・効用】</p> <p>・種イモ生産を地上部の挿し木で生産することにより、収穫物である親イモを使う必要がなくなり、収穫物の多くを食料として消費・販売することができるようになる。</p> <p>・親イモを切った種イモは腐りやすく、発芽率も悪い。他方、挿し木により栽培した種イモは、小芋を利用するため、腐りにくく、また発芽率も良い。挿し木は 1 株から 40～50 本採取でき、挿し木の生産は比較的簡単である。他の種イモ生産の方法と比較しても、挿し木を用いた生産のほうが、増殖率が高い。</p> <p>・ヤムイモの休眠にはジベレリンが関与しているため、ジベレリン生成阻害剤を用いることで休眠期間を短縮できる。これにより、収穫後(通常は雨季の終わり)にすぐに植え付けが可能になり、低湿地で乾季になっても比較的土壌水分が高いところや灌漑ができる地域で栽培が可能になる。休眠期間が短縮された種イモを利用すれば、ヤムイモの端境期に出荷でき、販売価格は一般的な収穫期と比べ非常に高くなる。</p> <p>・休眠期間が短い種イモを用いれば、湿地や谷地田などでの稲作後、裏作としてのヤムイモ栽培が可能になる。この作付け体系の利点は、①端境期出荷によりヤムイモを商品作物として市場に出荷できること、②雨季には圃場が湛水状態であるため、イモ類の栽培で問題となる線虫類(ネマトーダ)の害を受けにくくなる—ことが挙げられる。</p> <p>・種イモを組織培養で大量に生産する技術が確立されつつある。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・農村部ではヤムイモは貴重な食料源で、耐乾性も比較的に強いので、救荒作物として有効である。</p> <p>・新しい作付け体系を確立することで、農民の現金収入の可能性を広げる可能性が高い。</p> <p>・ヤムイモは他のイモに比べて食味がよく、需要が高い。特に生食のニーズが高い。また、食料として重要であるが、それ以外にも地域の文化や習慣と密接に関係している場合もあり、食品以外にも文化的価値を持つ。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<p>・ヤムイモは長期間の貯蔵が難しいことから、ヤムフラワーなどに加工して販売することが望ましい。しかしその加工技術は、一般的にまだまだ未成熟なものである。</p> <p>・ヤムイモ栽培は主に伝統的な農法である焼き畑農業で行われてきた。ただ、焼き畑の休閑期間の短縮や連作が行なわれるようになってくれば、施肥管理等の技術が必要となる。また、連作が行なわれるようになれば、伝染性の病気や線虫類の被害が多くなると予想され、その対策が必要となる。</p>

関連情報 (ウェブサイト・参考文献)

- ・アフリカのイモ類ーキャッサバ・ヤムイモー (社)国際農林協会(2006年3月)
- ・志和地 弘信、豊原 秀和、ヤムイモ生産の現状と将来性 熱帯農業第49巻第5号 別冊(2005年12月)
- ・国際熱帯農業研究所(IITA)HP : <http://www.iita.org>

関連資料 (図・表・写真)



オフシーズンのヤムイモ栽培
(ナイジェリア、ナイジャー)



マウンド(盛り土)を作っての栽培



ヤムの貯蔵庫



収穫されたヤム



1haに必要な種イモの量
(提供:国際熱帯農学研究所 IITA)



挿し木による種イモの生産



挿し木により生産された種イモ



ヤムの粉



ヤムの揚げ菓子



ヤムの蒸し料理

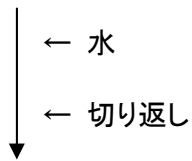
(写真の提供:東京農業大学 国際食料情報学部 国際農業開発学科 志和地弘信助教授 *IITA 分を除く)

情報提供にご協力いただいた研究者:
東京農業大学 国際食料情報学部 国際農業開発学科 志和地弘信 助教授

農業/食用・園芸作物栽培(SP-01) アルカリ性乾燥草地の有機物による改善

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】 日本各地の酸性土壌で適用されている。アルカリ土壌においては実規模の実績をもたない。</p> <p>【海外】 適用している国は少ない。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・中国(西部、黄河流域)、オセアニア、地中海沿岸(トルコ、アフリカ北岸)、中東のアルカリ性乾燥草地および農地</p>
技術の背景
<p>・有機物施用による土壌改善は酸性土壌で実用化されており、アルカリ土壌でも効果が大きいことを試験規模で確認している。</p> <p>・アルカリ性乾燥草地は収量が低く、飼料栄養価も劣る。しかし、日照豊富なので、土壌改善により著しい改善効果が期待できる。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有機物として、緩効性牛糞堆肥と速効性ボカシ肥を併用する。 ・牛糞堆肥とボカシ肥により土壌の理・化学性がそれぞれ高まり、さらに両者により微生物性が促進される。これらの相乗効果により草地の生産性が高まる。 ・有機物は土壌水分保持にも有効で、草地の乾燥耐性を高める。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農業副産物(糞尿、米ヌカ等)から有機物を低コストで作ることができる。 ・有機物の調整・施用に、設備を要しない。 ・低コストで飼料収量を高めることができるので、農民生活が安定する。 ・飼料品質が高まるので、高品質畜産が可能になり、付加価値を高めることができる。 ・農民が技術を習得すれば、現地で実施できる。 ・化学肥料やエネルギーを使わないので、環境を保全できる。 ・有機物により土壌水分保持と土壌浸食防止ができる。 ・土壌水分とミネラルが改善されるので、乾燥地における牧草をはじめとする作物全般の栽培に効果が期待できる。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥およびアルカリ化した草地の改善は、地域農民全体のニーズとなっている。 ・土壌の水分および理化学性が改善されるので、高品質飼料を安定して得ることができるようになる。 ・設備を用いなくて低コストで実施できるので、安定した収入を得ることが可能になる。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・牛糞、米ヌカ以外の農業副産物についても、有機物への調製法を検討する必要がある。 ・有機物は放置しておけば腐り、異臭を放つため、環境の面からも農業副産物と有機物の堆積場を確保する必要がある。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・JICA プロジェクト報告書 「草原の砂漠化防止と農牧民の生活環境条件の改善」 ・高橋伸彰・山本紳朗(2007) 土壌 pH がトマトの生育と食味に及ぼす影響およびこれらに対する有機物施肥の効果. 帯広畜産大学学術研究報告 28 巻 (投稿中)

米ヌカ + 発酵菌



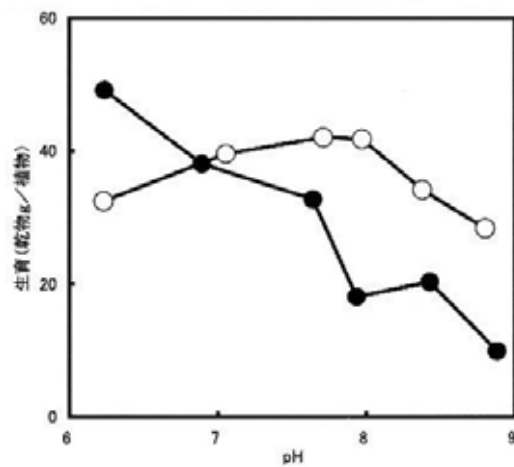
ボカシ肥

ボカシ肥調製

市販の好気性発酵菌が有効。ボカシができるまでの期間は温度によるため、春と秋は1ヶ月くらい、夏は2,3週間かかる。



ボカシ肥



トマトの生育への有機物の効果。○, 有機物; ●, 化学肥料。

ボカシ肥料を使うことで pH 度が高くなっても、生産量が確保できる



トマトの生育に及ぼす土壌酸性度の影響
左:酸性、中:中性、右:アルカリ性土壌
中性土壌で一番生育が良いことがわかる。



耐塩・耐アルカリ性牧草の羊草。国内の種苗会社で入手可能。現在、他の耐アルカリ性牧草を探すための研究が進んでいる。

(図・写真の提供:帯広畜産大学 畜産学部 山本紳朗 教授)

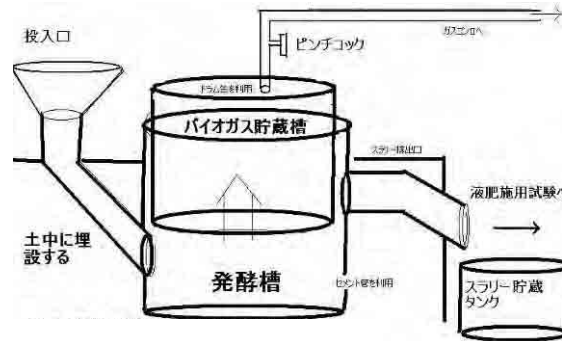
情報提供にご協力いただいた研究者:
帯広畜産大学 畜産学部 山本紳朗 教授

農業/食用・園芸作物栽培 (SP-02) 家畜糞・作物残渣利用によるバイオガス・液肥の製造

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】焼酎のかすを利用したバイオガス・液肥製造(鹿児島県)、牛糞尿処理によるメタン発酵とエネルギー利用(北海道の牧場)、生ごみのバイオガス化による自動車燃料の生産(横須賀市)</p> <p>【海外】家畜糞からのバイオガス製造(エネルギーの分散化・地域化を進めている、中国・インドなどの多くの国々)</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・先進国・途上国の農・漁民</p>
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・地域の有用資源である家畜の糞や作物の残渣などが有効に利用されていない場合がある。 ・家畜糞や作物残渣などが利用されている場合は、主に有機肥料の材料としてで、堆肥化等に相当な労力と時間がかかっている。 ・家畜糞が利用されていない場合は、居住地区のいたるところで、糞が散乱していることもあり、衛生上の問題が生じる可能性が高い。特に家畜糞尿による水質汚染の問題は、住民の消化器系疾患に深く関係する場合が多い。 ・途上国の農・漁村部では日常生活に必要なエネルギー源として、薪などが利用されているが、森林資源の減少などから、その入手が容易ではなくなっている。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・家畜糞や作物残渣等を原料とする簡易なバイオガス発生装置を設置し、エネルギー源の多様性を図るとともに、バイオガス製造後の発酵残渣を、田畑への有機肥料として活用する。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオガスの製造・利用により、薪などの日常生活用燃料の一部をバイオガスで代替することができる。1日20kgの牛糞、20kgの水で発酵させた場合、一口コンロで1日平均45分から1時間の間、バイオガスが利用できる。これは1日の薪消費量の2/5のエネルギー量に相当する。 ・住居近くで燃料が得られるため、途上国の農村部に主に薪集めの担い手になっている子供や女性の労働を減少させることが可能である。また、薪などの採取により減少しつつある森林資源の保全に貢献できる。 ・牛糞などを肥料として利用する場合は、田畑へ施用する前に、通常乾燥や発酵の過程(堆肥化)が必要だが、バイオガス製造後の発酵残渣は、直接田畑へ施用することができる。これにより、牛糞や作物残渣などの利用に大きなインセンティブが働き、地域にある資源を有効活用できる。 ・バイオガス発生装置は、非常にシンプルで小規模なものから、比較的高機能かつ大規模なものまであり、対象地域の社会経済状況、バイオガス製造の原材料である家畜糞や作物残渣の利用可能量などを勘案して、施設の規模を決定できる。 ・家畜糞が利用されなかった地域でも、その有効性が見直され、利用が促進される。家畜糞のため衛生問題が発生している地域では、家畜糞の集中管理・利用により、衛生環境が向上する可能性がある。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・日常生活に必要なエネルギー源を薪のみに頼ることなく、今までエネルギー源として未利用だったバイオガスで一部代替できる。 ・高価な化学肥料を入手できない農民にとっては、バイオガス製造工程で発生する発酵残渣を、有機肥料として活用できる。 ・薪集めなどの家事労働の軽減により、学校へ行けなかった子供達の就学を促進できる可能性がある。また農・漁村女性の過重労働を軽減できる。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・衛生上の問題などから、家畜糞などを積極的に取り扱わない習慣がある地域では、導入の際には文化的な要因を十分に検討することが必要。なお、バイオガスの製造に当たり、原材料として人糞も非常に有用な資源だが、文化的な問題から利用されていない地域が多い。 ・バイオガス発酵装置の製造やバイオガス利用器具(コンロやチューブなど)の購入には投資が伴うため、貧困地域での普及の際には、初期投資に必要な資金をどう確保するかが課題になる。
関連情報(ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・NPO 法人バイオガスシステム研究会 HP: http://www.biogas-sys.jp/ ・林幸博 「西アフリカ・サバンナ帯農村の伝統的な資源管理慣行と人々の生活」アジア・アフリカ地域研究第2号 2002年11月 ・Heinz Schulz and Barbara Eder 「バイオガス実用技術」 Ohmsha ・「家畜排せつ物の処理サイクルとエネルギー利用」

- ・桜井かおる 「自然エネルギー事例集:太陽光・風力・メタン発酵」パワー社
- ・Michael Crook and Ariane van Buren, A GHINESE BIOGAS MANUAL, Intermediate Technology
- ・David Fulford, RUNNING A BIOGAS PROGRAMME: A handbook, Intermediate Technology

関連資料 (図・表・写真)



バイオガス発生装置概略図



簡易バイオガス発生装置(インドネシア)



簡易バイオガス発生装置(ナイジェリア)



バイオガスの家庭内利用



バイオガス発生後の液肥



バイオガス発生装置の製造



発酵残渣を利用した施肥試験

(図・写真の提供: 日本大学 生物資源科学部 国際地域開発学科 林幸博 教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:

日本大学 生物資源科学部 国際地域開発学科 林幸博 教授
名古屋大学大学院 国際開発研究科 西村美彦 教授

農業/食用・園芸作物栽培(DP-02) プッシュ・プル防除法

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】なし</p> <p>【海外】ケニアなど東アフリカ地域</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・トウモロコシ栽培を行なっている地域の農民</p>
技術の背景
<p>・東アフリカでのトウモロコシ栽培では、ズイムシ類の虫害が深刻で、害虫発生時には、収量が 20%から 80%も減少する。</p> <p>・ズイムシ類を防除する殺虫剤や抵抗性品種の開発が行なわれてきたが、小農は高価な種子や農薬を購入することが難しく、あまり普及していない。これはトウモロコシが主に自給用の作物として栽培されており、収穫物からの現金収入が限られていて、農薬などの高価な投入財への投資が難しいためである。このため安価でかつ簡単な防除法の普及が望まれている。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <p>・ズイムシ類が嫌がる植物(忌避植物)をトウモロコシ圃場の回りに植え、圃場に害虫が寄ってこないようにする(Push)防除法と、ズイムシ類が好む植物(誘引植物)をトウモロコシと混作し、害虫が発生しても誘引植物に寄ってくるようにして(Pull)、ズイムシ類による食害を最小に抑える防除法を同時に実施する。</p> <p>【特長・効用】</p> <p>・非常に安価で技術的にも簡単であることから、トウモロコシを自給作物として生産している小農でも技術の適用が可能である。プッシュ・プル防除法で使用する作目や農法(混作)は、以前から農民が扱ってきたものであり、導入に際しては違和感なく受け入れられる。</p> <p>・誘引植物によって、ズイムシ類をただ引き寄せるだけでなく、誘引されたズイムシ類が増殖できないような状況にすることが重要である。現在、誘引植物として利用されているネピアグラスは、ズイムシ類の幼虫に食害を受けると、茎から粘着性の高い物質を分泌して幼虫を殺すため、誘引植物としては優れた特性を持っている。また、収穫して家畜の餌としても利用できる。</p> <p>・忌避植物としてはイネ科のトウミツソウ(モラセスグラス)やマメ科のデスマディウムが利用されており、トウモロコシとの間作により、ズイムシ類による食害が減少する。トウミツソウ、デスマディウムともに牧草として利用できる。</p> <p>・トウミツソウの場合、ある誘引物質を出すことにより、ズイムシ類幼虫の天敵である寄生蜂を引き寄せ、幼虫への寄生率を上げる働きがある。通常このような誘引物質は、食害を受けた際に、摂食された植物から出される場合が多いが、トウミツソウは食害を受けなくてもこの物質を放出している。このように、食害を受けた植物が、寄生蜂などの天敵を引き寄せるために放出する誘引物質を、植物の「SOS 物質」と呼び、その有効利用が研究されている。</p> <p>・誘引・忌避植物ともに牧草で、その栄養価も高いため、良質な飼料として利用することができ、アフリカでよく実践されている有畜農業の生産性向上にも寄与すると考えられる。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・安価で簡単な防除法であり、小農のニーズに適合している。</p> <p>・誘引・忌避植物は、防除目的のみに使用されるだけでなく、家畜の餌としても利用可能で、無駄なく利用できる。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<p>・プッシュ・プル防除法は予防的な防除法の側面があるため、ズイムシ類などの被害が急速に進みそうな場合は、最小限の農薬の使用を検討する必要がある。したがって、農民が農薬使用のタイミングの見極めを的確にできるように、研修等を行なっておく必要がある。</p> <p>・地域や作目によって利用できる誘引・忌避植物が変わってくるため、地域ごとの適用試験が必要になる。また、同じ作目で同じ誘引・忌避植物を利用しても、地域が変われば害虫・益虫の生息状況も違い、効果が変わることもあるため、普及前の適用試験が必要である。</p>
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<p>・「アフリカ昆虫学への招待」京都大学学術出版会(2007)</p> <p>・プッシュ・プル防除法を説明した HP: http://www.push-pull.net/</p>

関連資料 (図・表・写真)



食害を受けたトウモロコシ



ズイムシ類の成虫



ズイムシ類の幼虫

誘引植物

左: ネビアグラス

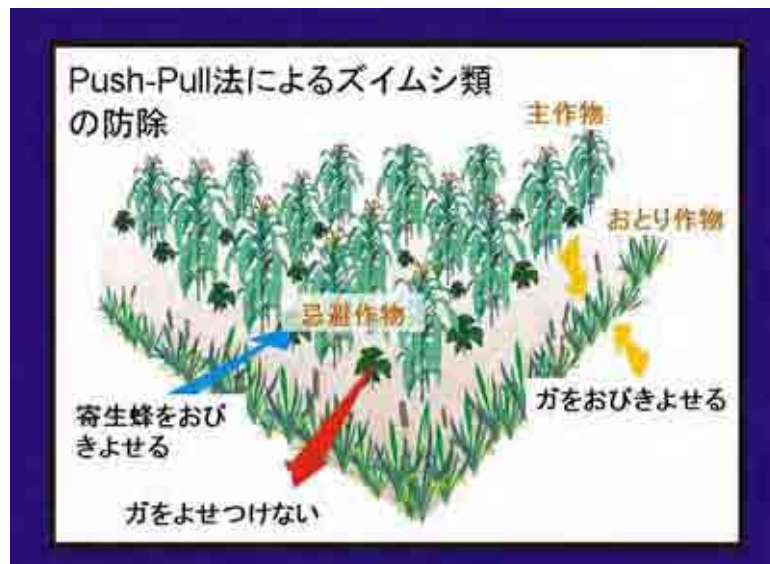
右: スーダングラス



忌避植物

左: トウミツソウ

右: デスマディウム



プッシュ・プル防除法の概念図(出典:<http://www.push-pull.net>からの図を足達講師が加工したもの)

(図・写真の提供: 東京農業大学 国際食料情報学部 足達太郎 講師)

情報提供にご協力いただいた研究者:
東京農業大学 国際食料情報学部 足達太郎 講師

農業/農業機械(Ma-02) カバークロップを利用した持続的農作業機械システム

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】 水田にレンゲなどが広く栽培されてきた。</p> <p>【海外】 欧米ではクローバーやライ麦などがカバークロップとして用いられてきた。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・全世界</p>
技術の背景
<p>・カバークロップは、土壌の飛散・流亡の防止、雑草抑制、土壌の養分調整などの機能があり、環境保全型農業の有効な手段である。</p> <p>・耕うん方法の違いによってカバークロップの効果の表われ方が変わることが分っており、耕うん方法とカバークロップの組み合わせについて研究が進められている。</p> <p>・これまでの研究で、カバークロップ作付け後の異なる耕うん方法が土壌養分の動態や土壌生物層に及ぼす影響が明らかになっている。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <p>・茨城大学附属農場で、陸稲栽培を対象に、カバークロップ(ライ麦、ヘアリーベッチ、裸地)と耕うん方法(不耕起、ロータリー耕、プラウ耕)および窒素施肥水準(0kg/ha、100kg/ha)を組み合わせ比較試験した結果として、次のことが報告されている。</p> <p>①炭素収支(土壌に保持された炭素と空中に放出された炭素のバランス)はプラウ耕が最も良い。カバークロップによる炭素収支を比較するとライ麦がヘアリーベッチに優る。(図1)</p> <p>②酸化窒素排出量は、カバークロップがヘアリーベッチの場合はプラウ耕が少なく、ライ麦では不耕起が少ない。(図2)</p> <p>③陸稲の生産を阻害する線虫の数は、不耕起で最も少なく、裸地をロータリー耕した場合に最も多い。</p> <p>④生物相は不耕起栽培で最も多様化する。</p> <p>⑤カバークロップにヘアリーベッチを用いて不耕起栽培を続けると収量が安定している。(図3)</p> <p>【特長・効用】</p> <p>・上記の研究により、作付け体系ごとに最適なカバークロップ、耕うん方法、施肥量の組み合わせがあることが示唆され、次のことを推測する根拠を提示している。①プラウ耕はカバークロップによって固定された空中炭素と窒素を土中に保持し、カバークロップによる作物増収効果を高める。②不耕起栽培とカバークロップの組み合わせにより有害線虫増殖抑制や生物多様化といった効果がある。③豆科植物をカバークロップとした不耕起栽培をすると収量の持続性が高まる。</p> <p>・本研究は茨城大学農学部 小松崎将一助教授らによって進められている。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・土壌の飛散・流亡防止、雑草抑制、土壌有機物補給と言ったカバークロップの有効性は途上国でも高いが、適切な耕うん方法や持続性についての研究が十分になされていない。</p> <p>・途上国でも土壌荒廃は問題となっており、持続型農法の普及は大きな課題である。</p>
途上国における適用上の問題点/利用上の留意点
<p>・途上国の気候と栽培作物に適したカバークロップと耕うん方法を現地で試験する必要がある、即座に生産者レベルに応用できない。</p>
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<p>・Komatsuzaki M. : New weed management strategy using subterranean clover reseeded under different tillage systems: Numerical experiments with the subterranean clover-tillage dynamics model, Weed biology and Management 7, 3-13 (2007)</p> <p>・小松崎将一: 窒素施肥量削減のための飼料用トウモロコシ栽培でのサブクローバの利用 (英文)、農作業研究 第37巻第1号 2002</p> <p>・牟英輝、小松崎将一、他: カバークロップと耕うん方法が土壌窒素動態に及ぼす影響(講演要旨)、農作業研究 第41巻別号1 平成18年春季大会号 2006</p> <p>・昭日格図、小松崎将一、他: カバークロップと耕うん方法が土壌微生物相及び N2O フラックスに及ぼす影響(講演要旨)、農作業研究 第41巻別号1 平成18年春季大会号 2006</p> <p>・鈴木光太郎、小松崎将一: カバークロップ利用による土壌風食防止効果(講演要旨)、農作業研究 第41巻別号1 平成18年春季大会号 2006</p>

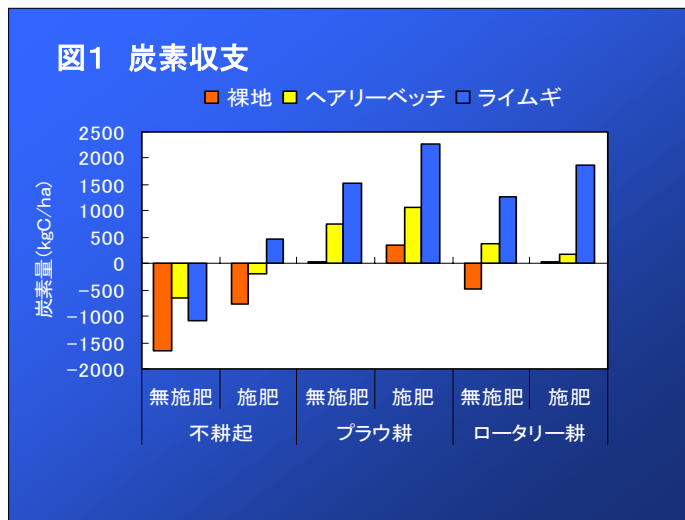


図2 N₂O排出係数の標準値と実測値の比較

標準値 = 投入窒素量あたりに発生するN₂O予測量

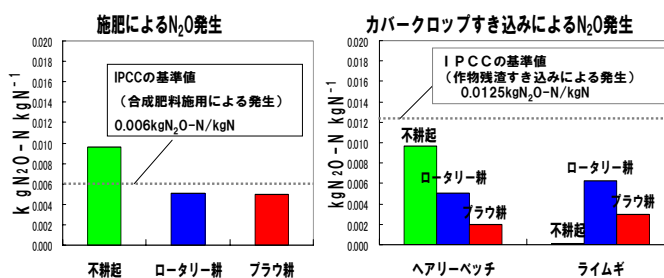
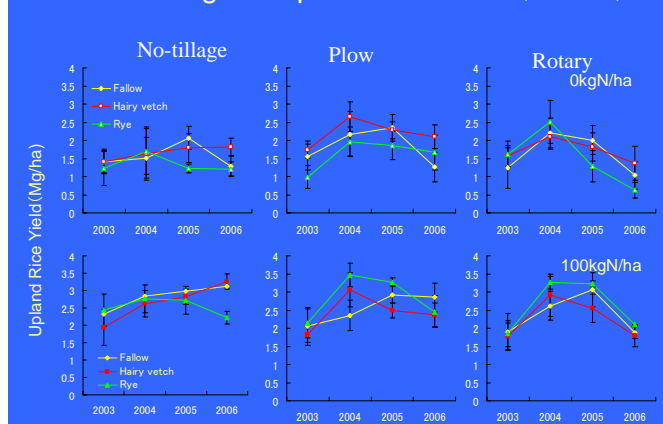


図3 Change of Upland Rice Yield (2003-2006)

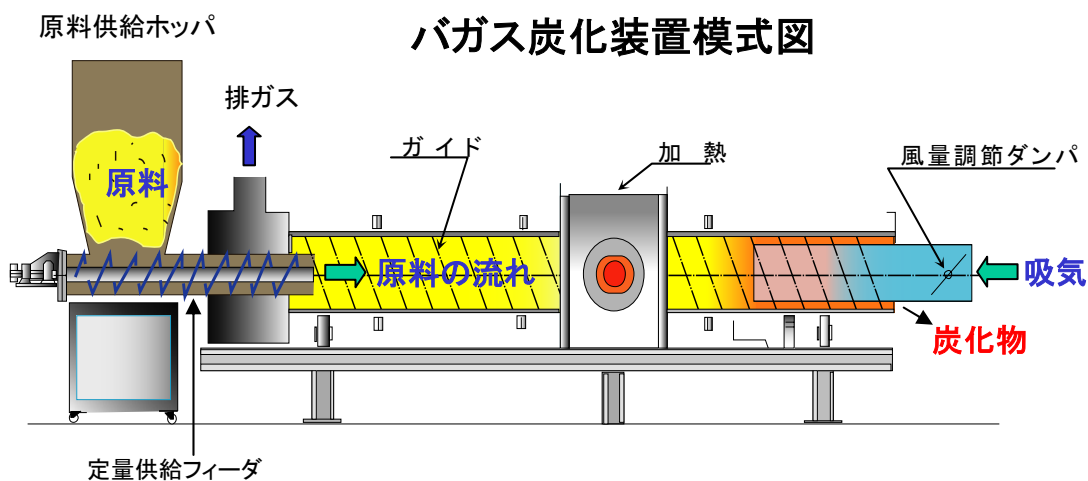
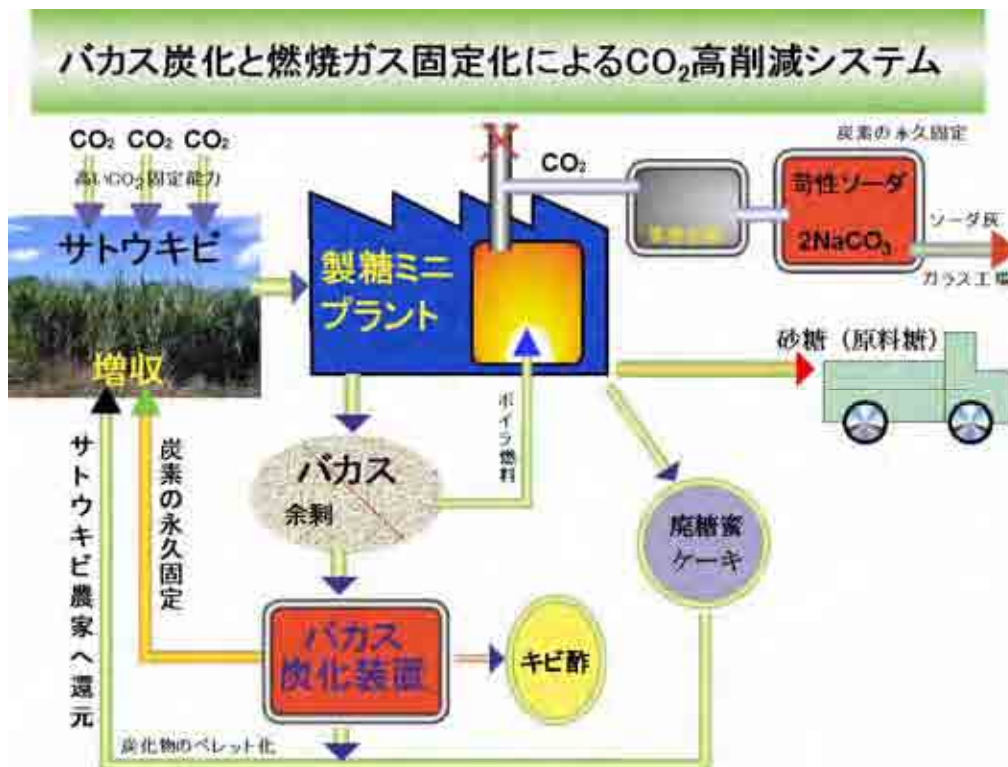


(図の提供: 茨城大学 農学部 付属農場 小松崎将一 助教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
茨城大学 農学部 付属農場 小松崎将一 助教授

農業/農業機械(Ma-05) サトウキビのバガス連続炭化装置

技術が既に適用されている国・地域および対象者
【日本】 沖縄県 伊良部島・宮古島 サトウキビ生産者と製糖工場、 【海外】 なし
技術が適用可能な国・地域および対象者
・サトウキビを栽培している地域のサトウキビ生産者と製糖工場
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・サトウキビの製糖工場では砂糖とともに有機廃棄物であるバガスが大量に生成される(搬入原料の約25%)。製糖工場ではバガスをボイラで燃焼させて発電するとともに熱を製糖に利用しているが、生成されるバガスは製糖工場が必要とする電力と熱を賅っただけでは処理しきれない量である。現在、余剰となったバガスは堆肥原料やキノコの培地などに利用されている程度であり、処理に困っているところもある。 ・サトウキビが光合成によって体内に固定した二酸化炭素を、バガスの燃焼あるいは微生物による分解により再び大気中に戻すことは、地球温暖化防止の観点では「カーボンニュートラル」の範囲内である。しかし、バガスを炭化して固定化すれば大気中の温室効果ガス削減となる。 ・琉球大学では、バガスの連続炭化装置の開発とバガス炭の利用方法の研究を続けており、近年は産官学の連携プロジェクトである「宮古島バイオ・エコシステム研究センター」で実証試験を行っている。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・製糖工場で生成されるバガスを連続炭化する装置である。供給された原料は搬送スクリーンに押されて移動し、加熱炉で加熱・炭化されて排出される。酸欠状態で燃焼させる必要があるため吸気量を調節できるようになっている。 ・炭化する過程で出る未燃焼ガスは、製糖工場の熱源として利用される。 ・生産されるバガス炭をサトウキビ畑へ混入すると生産力を向上させる効果がある。また副産物である酢液も作物品質向上効果がある。このため、製糖工場で余剰となるバガスをこの炭化装置で炭化させ、サトウキビ農家へ還元することでサトウキビ生産地の持続可能性を高めることができる。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バガスを効率的に炭化処理することができる装置である。 ・バガス炭は活性炭と同じ程度に脱臭作用があり、脱臭材として利用できる。 ・バガス炭は水の吸着力が高く、バガス炭 1g で約 5g の水を保持することができる。また、土壌に混和すると土壌が圧縮力に高い抵抗を示すようになる。このため、土壌に混和すると土地の保水性が高まり機械走行による踏み固めを抑制し、作物の生産力を向上させることが分かっている。 ・炭化の際の副産物である酢液を圃場へ散布することで、作物の品質が向上することが分かっている ・バガスを炭化することで大気中に放出される二酸化炭素を減らす効果があり、地球温暖化防止につながる。 ・本研究は琉球大学農学部 上野正実教授らによって研究が進められている。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・サトウキビは途上国の重要な産物であり、サトウキビ製糖工場は多くの国で見ることができる。 ・途上国のサトウキビ製糖工場では、バガスを燃焼処理しきれず、大量の余剰が出て処分困っているところが多い。 ・二酸化炭素発生の抑制は地球規模の問題である。
途上国における適用上の問題点/利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・政策的にバガスを発電に利用することを推進している国は多いが、炭化を推進している国はない。製糖工場にバガス炭化に投資させるためには、バガス炭の効用を十分理解させるとともに、政策的な支援を得る必要がある。 ・製糖工場で生成されたバガス炭を生産者へ還元するシステムを準備する必要がある。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・JICA 沖縄におけるバガス、牛糞などを利用したバイオマス関連プロジェクトについての HP : http://sugar.lin.go.jp/japan/fromalic/fa_0505b.htm ・上野正実、川満芳信、小宮康明:サトウキビを主体とした島嶼農業の再生とバガスの炭化、農業機械学会誌第 68 号第 3 号 特集 バイオエネルギー資源の生産・製造とその展開 ・海外レポート、農畜産業振興機構 砂糖類 HP : http://sugar.lin.go.jp/world/lmc/wl_lmc.htm



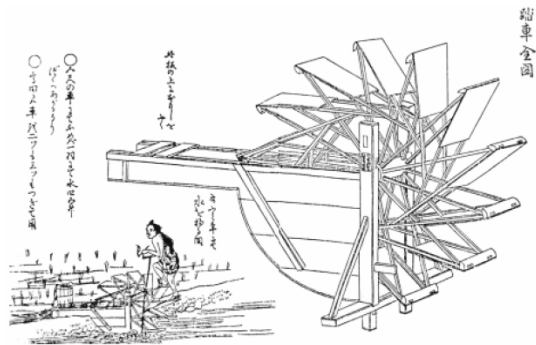
(図の提供:琉球大学 農学部 生物生産学科 上野正実 教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
琉球大学 農学部 生物生産学科 上野正実 教授

農業/農業機械(Ma-13) 踏車

技術が既に適用されている国・地域および対象者
【日本】 1600年代から昭和30年代まで日本中で使用された 【海外】 ない
技術が適用可能な国・地域および対象者
・アジア平野部の自然灌漑ができない稲作、畑作、果樹農家
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・2世紀に中国で発明されたとされる竜骨車(チェーン式の木製揚水機)は、現在でも形を変えてアジアの各地で使用されている(カンボジアのロハッチェンなど)。竜骨車の日本への伝来は平安時代と推察されているが、江戸時代に日本で発明された踏車が急速に竜骨車に取って代わった。 ・踏車は昭和30年代まで日本で使用されていたが、現在ではほとんど使用されていない。博物館や資料館で実物が見られるが、製作、設置、操作、格納、修繕といった使用法全般にかかる記録は非常に少ない。 ・九州大学では、失われつつある踏車の技術を保存するために、製作・使用法全般に関する調査を行うとともに工学的な解析を行っている。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・踏車は水車型をしており、直径1.35m～1.75mの羽根車に13～19の羽根板がついている。 ・水田の縁に設置し、羽根車を足で踏み下げて回転させ水路の水を押し上げる。羽根車を踏み下げの際、体を安定させるために、木や竹の棒を車の左右または一方に取り付け、軽くつかまって運転する。1人で作業できる。 ・踏車は日本中に普及していた標準型と九州北部で普及した萬右衛門車に2つの型に分けられるが、後者は軽量化されて移動性に優れており、揚水作業負荷の低減化など極めて合理的に設計されている。 ・羽根車直径1.5m、羽根板数15枚の標準型踏車を、毎秒1.53枚の羽根板速度で定常回転させると最大で毎時70.4立方メートルの揚水が可能である。揚程は羽根車半径よりやや低いところまで可能である。(中司敬2005) ・多数の踏車を並列、直列に用いることによって、河川や水路の排水工事が可能である。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜骨車に比べると構造が簡単で修理も簡単である。また、ロスが少なく揚水能率が高い。しかし、揚程が羽根車の半径以下であるため、竜骨車ほどの揚程を確保できない。従って、揚程を必要としない場所で揚水量を確保するのに適している。 ・昔使われていたものは木製であるが、軽量の金属を用いることも可能と考えられる。 ・構造が簡単であり、特殊な部品も必要ないが、地元で手に入る材料を適切に選んで設計、製作することが必要である。 ・日本で昔使われていた農機具には途上国で有用と思われるものも多い。しかし、製作、設置、操作、格納、修繕といった使用法全般に関する記録が非常に少なく、導入しようとしても本来持っている機能を発揮せず、失敗に終わることも少なくない。九州大学で技術情報の保存がなされている踏車は、生きた技術としての導入が可能である。
途上国のニーズとの整合性
・アジアでは、エンジンポンプの費用が生産物価格に対して割高なために、現在でも竜骨車を使っている地帯が多い。アジアの平野部に広がる水田地帯には用水面と圃場の高低差が少ない場所も多く、竜骨車より構造が簡単で揚水能率の高い踏車を受け入れられる可能性が高い。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・揚程に限度があるため、適地が限られてくる。 ・水面との高低差が踏車揚程の限度を超える場合は、複数の踏車を用いて順次水を揚げていく方法がある。高低差が大きいところで揚水量を確保したい場合には検討すべきである。 ・現地での適切な材料の選択が必要である。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・木下 統、御手洗正文、鹿田 哲、首藤英介、中司 敬:踏車の使用法—1950年から60年における宮崎県植地方の事例—、農作業研究第41巻別号1 平成18年春季大会号 講演要旨 2006.3、115-116 ・中司敬、山中捷一郎、内野敏剛:踏車の工学的評価—標準型踏車と萬右衛門車(英文)、開発学研究 第16巻第2号 2005.12、10-16 ・農林水産情報研究センターHP、写真でたどる農機具の発達: http://meta.affrc.go.jp/cgi-bin/cbdb/db.cgi?page=DBView&did=38 ・農林水産技術会議事務局編:写真でみる農具民具、(財)農林統計協会 1988、117-118

江戸時代の農書で紹介された踏車



出典:大蔵永常「農具便利論 下巻」1822

標準型踏車(大阪府)



出典:<http://meta.affrc.go.jp/afftool/sachi.html>

萬右衛門車 (佐賀県)



出典:<http://meta.affrc.go.jp/afftool/sachi.html>

情報提供にご協力いただいた研究者:
九州大学農学部 附属農場 中司 敬 教授

農業／農業土木(DI-03) 小規模ため池による灌漑農業開発

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】全国各地に灌漑農業を目的とした小規模のため池がある。</p> <p>【海外】本技術は西アフリカのガーナにおいて実証試験を行っている。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<ul style="list-style-type: none"> ・半乾燥地域のアフリカ、中南米など。 ・地形的には、丘陵地から多少の起伏がある平野部など、小河川が発達する支流流域が適している。
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・日本では千年以上前から、ため池の開発が始まり、江戸時代に最も多く作られたといわれる。山間部にあり、山から流れてくる水を直接堰き止めてできる山池や、平地に作られ、河川などから水を引き込む皿池(あるいは平池)に大別される。 ・アフリカの多くの国では、伝統的な灌漑農業が発展しなかったため、ため池建設などに必要な土木工事、施工技術が発達、普及していない。 ・降雨の不規則な半乾燥地域では、降雨の前後で短期間でも安定した水源を確保できれば、農業生産の安定につながる。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ワジ(間欠河川)、もしくは小河川に築堤し、洪水時の雨水を貯留するため池をつくる。ため池に取水ゲートと取水管を設置し、堤体下流部に簡単な減勢プールを設け、水位を調整して灌漑水路から受益地区へ導水する。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・数ha程度の小規模灌漑に適している。 ・高度な土木工事・施工技術が必要としない。 ・堤体の建設に必要な粘性土や岩石など材料のほとんどは現地で入手可能である。 ・人力だけでも施工できる(次ページ写真は工期短縮のために重機を使用した例)。 ・ある程度の初期投資は必要となるが、適切に維持管理できれば、長期にわたって使用できる。 ・生活用水や、家畜の水飲み場としても利用可能である。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・政府が主導する大規模な灌漑開発から、農民による維持管理を前提にした小規模の灌漑開発を政策課題にしている途上国は多い。 ・安定した水源の確保に対する途上国農民のニーズは極めて高い。
途上国における適用上の問題／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・堤体の漏水や安定性の確保のために十分な転圧が必要。 ・遮水用のコア材と堤体強度を確保するためのロック材が多少必要となる。ロック材が入手できなくても、小規模であるため均一タイプの堤体構造でも十分対応できる。 ・建設適地の選定には、高度な技術と経験が求められる。普及のためには、対象国の灌漑開発の実施機関に対する技術支援が必要不可欠。 ・計画段階、施工段階から積極的な農民の参加を促すことは、オーナーシップの形成といった一般的な参加型開発の意味から必要。 ・特に、農民自身に組織的な活動経験が乏しい場合は、施工段階での共同作業が連帯感や組織力を高めるのに効果的。また、作業を通じて基本的な施工技術を身につけることは、運営段階での維持管理活動に役立つ。 ・初期投資の早期の回収、維持管理費用を確保するためには、換金作物の導入や栽培技術の指導もあわせて行うことが理想的。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・京都大学とガーナの College of Agriculture & Consumer Science, ARC-Kpong, University of Ghana が、現地で本技術に関する共同研究を行っている。 ・同じくガーナでは近畿大学農学部 環境管理学科の若月利之教授が、耕運機を利用した谷地田の水田開発を実証研究している。 ・また、鳥取大学乾燥地研究センターの山本太平教授・井上光弘助教授も、集水エプロンの広さと貯水タンクの容量との関係や、点滴灌漑やスプリンクラー灌漑に必要な集水流域の面積に関する研究をしている。(「ガーナ国におけるタンク灌漑を用いた持続的農業計画」)

ガーナ共和国における小規模ため池建設による灌漑農業開発

近くの土取場から止水用のコア材と築堤用のロック材を採取し、2～5 m 程度のため池タンクを建設する。中央に取水施設と鋼管の取水管と取水ゲートを設置し、下流部に簡単な減勢ポンドを設け灌漑水路を建設する。
(この事例では工事に重機を使用)



堤体を洪水から守るために、十分な規模の余水吐を建設する。余水吐からの洪水期における越流状況。下流への放流路は岩が路頭しており自然のままに利用されている。



取水用ゲートと操作する職員。



堤体下流部の取水の減勢池とそれに接続された灌漑水路。

灌漑地区では、比較的市場価格が高いokraを栽培している。

(写真・資料提供: 京都大学 農業研究地域環境科学専攻 水資源利用工学 河地利彦 教授)

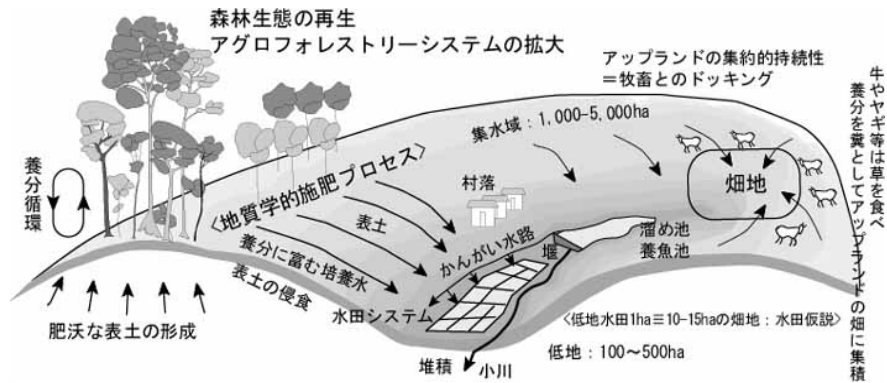
情報提供にご協力いただいた研究者:

京都大学農業研究科 地域環境科学専攻 水資源利用工学 河地利彦 教授
施設機能工学 青山咸康 教授

農業／農業土木(DI-04) 小規模谷地田の開発

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用</p> <p>【海外】西アフリカのガーナ共和国やナイジェリア共和国において、農民参加型の谷地田の水田開発として実証研究が行われている。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<ul style="list-style-type: none"> ・西アフリカの谷地田のある地域。 ・半乾燥地域で水稻栽培が可能な水源のあるアフリカ、中南米など。
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・水田農業技術移転のための協力は数多く実施されてきたが、これまでのような大規模なコストの高い灌漑水田の拡大は困難になっている。5t/ha の収量が実現できたとしても、米の販売価格が 1000 ドル/ha 程度では、1ha 当たり 2～3 万ドルもする大規模開発費をまかなえない。 ・西アフリカでも水田農業の歴史が 30 年以上に達し、農民や普及員、農業技術者や研究者の質と量ともにレベルが向上したので、今までのような品質(灌漑水田システムの基盤整備レベル)を維持したままで、低コストでの灌漑水田開発が可能になりつつある。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発規模を小規模にして 3,000ドル/ha 程度の開発費で、3～5t/ha の米収量をめざす開発方式と農法。 ・自立的展開が可能な「エコテクノロジー型水田開発方式(谷地田農法)」 ・エコテクノロジーとは、地域の生態環境と社会に適合する生物生産向上と環境修復を兼ねた土と水の管理技術であり、溜池や堰・畦水路のレイアウトと造成、均平化等のエンジニアリングを農民自身が農学的な耕種技術とともに実施することを特徴としている。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・植生、土地利用、とりわけ水分動態の基礎データを踏まえ、多様な地形、土壌、水条件に適合する種々の水田(天水田型、湧水利用型、小型ポンプ利用型、簡易堰利用型)の造成と水稻の栽培を、農民の参加によって試行した上で開発した技術である。 ・数 ha の谷地田を対象に、10 人程度の農民グループを形成し、農民が主体となって開発する。 ・初期投資を耕耘機、農機具、ポンプ、肥料などの購入に当てる。 ・耕耘機で谷地田を開墾する。 ・農民グループへのローンを基本とする。 ・数年で 3～5t/ha の収量を達成することで、初期投資分の回収が可能となる。 ・関連する援助スキームや開発手法を活用することで、以下のような展開が可能である。 <ol style="list-style-type: none"> ①食料増産援助支援(2KR)による耕耘機、肥料、農薬等の供与と組み合わせれば、新しい農業開発方式になる。 ②十分な技術移転が実施されれば、アフリカ開発銀行や国際開発銀行等のローン案件として、アフリカにおいては初めての自立的な水田農業開発プログラムとなり得る。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・アフリカでは米の需要は急速に高まりつつある。 ・低コストで小規模ため池や灌漑施設を建設し、短期間に収益を上げることに繋がる方法への農民の期待は高い。
途上国において適応を阻害する要因／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・小規模水田を開発する谷地田の選定には、周辺流域の状況の調査と分析が必要で、技術と経験が必要。 ・ローンを基本とするため、ツーステップローンやマイクロクレジット等その仕組みや手法について現地関係者へ指導することも必要になる。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・近畿大学農学部環境管理学科若月利之教授 :ナイジェリア、ガーナにおいて、耕運機を利用した谷地田の水田開発を実証研究している。 :ガーナの土壤研究所と共同研究を行っている。 ・鳥取大学乾燥地研究センター山本太平教授、井上光弘助教授 :ガーナで、集水エプロンの広さと貯水タンクの容量との関係や、点滴灌漑やスプリンクラー灌漑に必要な集水流域の面積に関する研究をしている。

西アフリカにおける自立的展開が可能な小規模谷地田開発のイメージ図



森林での肥沃な表土の生成と侵食、低地水田土壌の堆積は、水循環がもたらす持続的な「集水域アグロフォレストリーシステム」で、生態工学技術であり、集水域の地質学的施肥プロセスを強化する。その結果、1haの水田の持続的な生産力は10~15haのアップランドに相当するほど強化される。(水田仮説)



ガーナ共和国:アシヤンテ地方、Kumasi 近くの村、Biemso 村民が進める耕耘機を利用する内陸小低地(谷地田)新規開田と水田稲作

推奨される開発プロセス(ローンベースの自立的展開が可能なアフリカ型谷地田農法の提案)

1. 水田開発ユニット(農民10人)の参加を募る。
2. 6000ドルのローン設定:4000ドル→耕耘機、1000ドル→農具購入、灌漑施設造成資材、灌漑用ポンプ、1000ドル→運転用(肥料、殺虫・殺菌剤、部品燃料等)
3. 無料の技術支援(ただし、開田、耕作は参加農民がすべて行う) 1~5年:1ha/年の開田、計5ha。この間返済は据え置き。10年で10haの開田を目標とする。6年~:利息5%で返済開始。1380ドル/年の返済で、5年で完了。
4. 初年度~6年目:水田等の収入1300~7500ドルに増加(3~5t/haの収量)。
5. 6年目以降:7500ドル-1380ドル(返済分)-1000ドル(運転費用)=5000ドル程度(純利益)
6. 5年目で耕耘機の更新。支払いはさらに5年後。
7. 6年目以降も開田は継続:1戸当たり1haを開田すれば年間の収入は1000ドル/戸になる。
8. 収入増を背景に多目的樹種の植林、養魚を行う。
9. 上記方式が軌道に乗れば、開田費用の回収と森林拡大による地球温暖化防止ビジネスも可能。

(写真の提供:近畿大学 若月利之 教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
近畿大学農学部 農学部 環境管理学科 生態工学研究室 若月利之 教授

農業／農業土木(DI-05) 垂直型地中点滴灌漑

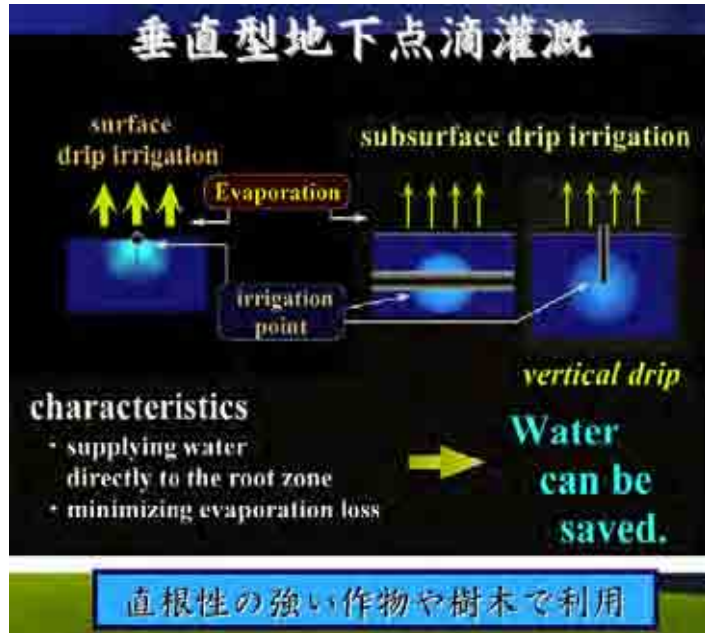
技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用（研究室での実証段階）</p> <p>【海外】未適用</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・節水灌漑農業の発展している国や、既に点滴灌漑技術を持っている農業者を想定。</p>
技術の背景
<p>・点滴灌漑法はもともと 1960 年代にイスラエルで考案されたが、地表面から灌水するので蒸発損失が大きくなり、場合によっては塩害が発生するという問題があった。</p> <p>・その後、点滴パイプを地下に埋めて蒸発を防ぐ方法が普及したが、パイプが水平なため直根性の高い作物や樹木には十分灌水できないという欠点が残った。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <p>・従来の点滴灌漑や水平方向の地下点滴灌漑を改良して、直接地中の垂直方向へ灌水できるようし、かつ作物の生育に従って灌水の深さを調節する新しい方法。</p> <p>【特長・効用】</p> <p>・エミッターを垂直に設置して、地中における灌水点を複数(2カ所)にしてあるので、灌水点が調節できる。</p> <p>・従来の点滴灌漑よりもさらに節水効果が高い。</p> <p>・コスト的には従来の点滴灌漑と同程度の費用で済む。</p> <p>・環境への負荷はほとんどない。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・高度な節水技術を求めている中近東などの農業者のニーズには合致する。</p> <p>・比較的根群域が深くなる果樹の生産者などに潜在的なニーズがあると考えられる。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<p>・実験途中の新しい技術であり、引き続き実証すべき点がある。例えば</p> <ul style="list-style-type: none"> :パイプは地表に配管し垂直方向へのエミッターのみを地中に埋設する等の具体的な配管方法など :灌水の垂直方向への深さの調節方法 :作物の種類による最適な灌水点の深さ :作物の成長に合わせたもっとも効率的な水管理方法などである。
関連情報（ウェブサイト・参考文献）
<p>・沙漠研究 Journal of Arid Land Studies Vol. 13 No.4</p> <p>・http://www.sakura.cc.tsukuba.ac.jp/~ale/study/kanchiken.pdf</p> <p>・筑波大学や東京農業大学において垂直方法への点滴灌漑を研究している。</p> <p>・実際に技術を適用している団体はまだない。</p>

関連資料(図・表・写真)

右図の中の左の図は、通常の地表点滴灌漑を示しており、地表面からの蒸発量が大きく、場合によっては塩害が発生することがある。

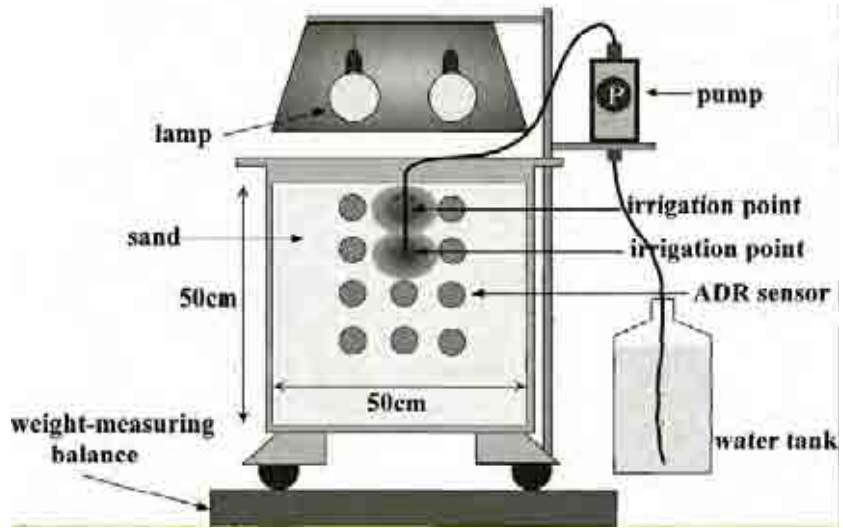
その右側の図は、従来の水平方向の地下点滴灌漑を示しており、地下深くの水分が行き渡りにくく、直根系の樹木では十分な灌水が出来なかった。

一番右側の図は、今回の垂直型地下灌漑システムを示している。エミッターを垂直に地中に設置するとともに、作物の根群域の成長に伴って深さを調節できるようにしたため、より効果的な灌水が可能になった。



実験装置

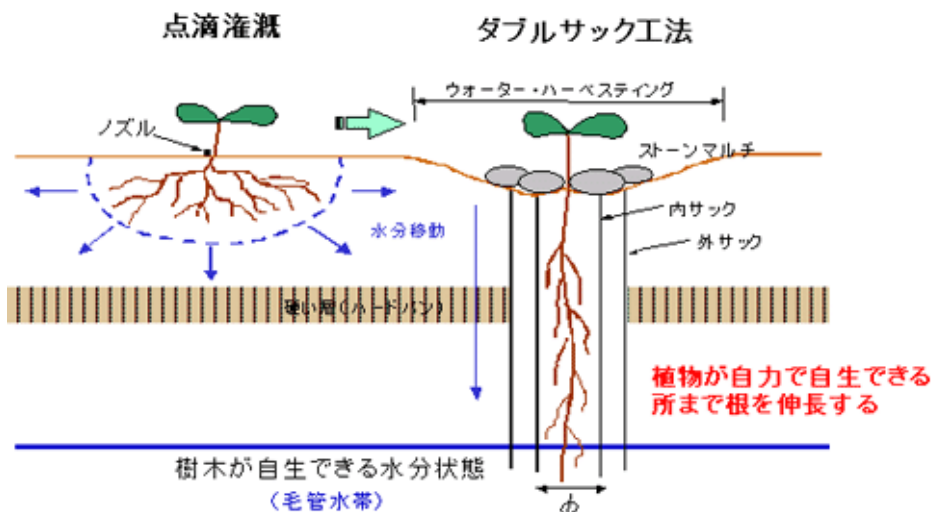
垂直型地下点滴灌漑で改良されたのは、地中における灌水点を2カ所にしてさらに灌水効果を高めるとともに、作物や樹木の生育過程に対応した根群への灌水ができるように灌水深度を調節できるようにしたことである。



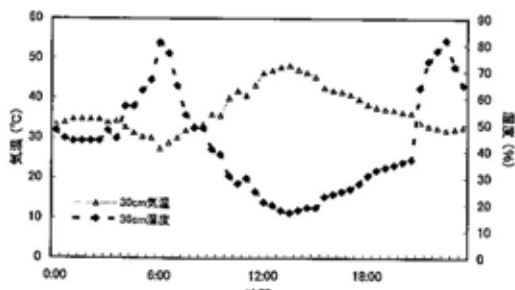
(図の提供：筑波大学農林工学系 生産基盤工学分野 乾燥地工学 安部征雄教授)

情報提供にご協力いただいた研究者：
筑波大学農林工学系 生産基盤工学分野 乾燥地工学 安部征雄教授

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用 【海外】ジブチ</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・乾燥地から半乾燥地まで幅広く適用できる。</p>
技術の背景
<p>・乾燥地でも地中約 1～1.5m 程度の深さには十分な湿り気があるので、作物の根がここまで達すれば、地中の水分を吸収しながら自力で生育できる。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダブルサックは、作物の根を早く地中の湿潤域まで伸ばして、自力成長が出来るようにする緑化工法のひとつである。 ・断熱効果の高い材料を用いて植物の根を二重にサックして保護する。外側サックは側面からの熱を遮断し、内サックは植物の根が鉛直方向に生育しやすい環境を作るとともに、根が伸びて地中の水分を自力で吸収できるようにする。 ・ストーンマルチは地表面に人頭大の石を敷き詰め、石と石の間に樹木や作物を植えて、生育させる技術である。雨水や風による浸食を防ぐとともに、地表面からの水分蒸発を抑制し、石と大気との温度差によって凝集した水分を地下へ供給する。 ・ダブルサック工法だけでも効果があるが、ストーンマルチとあわせて使うことで、より植物の成長を促す。周辺を掘削して雨水がダブルサック部分に集まり易くすれば、更に効果的である。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダブルサックの材料は、途上国でも手に入るダンボールでもよく、これを丸くサック状にして使う。 ・土中に直径約 15cm～13cm 程度の穴を、約 1m～1.5m の深さまで掘る。 ・ダブルサックの材料と穴を掘る労力が必要な程度で、極めて低コストの工法である。 ・作物 1 本ずつにダブルサックを設置することから、果樹や緑化樹木などに適している。 ・塩害地では、サックにより周辺からの塩分供給を断つことも出来る。 ・ソイルオーガーのようなドリルがあれば施工が早くできる。 ・内側のサックに保水材などを混入することにより、長期にわたる水分供給が可能になる。 ・大量に施工するための建設機械も考案されている。 ・ダブルサックは数カ国で特許取得している。 ・土地利用型の農作物には適さない。 ・ストーンマルチには、塩類集積の抑制、地温上昇の緩和、植生侵入の誘導、家畜による食害の緩和といった効果もある。 ・ダブルサック工法とストーンマルチの組み合わせは、ジブチなどで実証されている。
途上国のニーズとの整合性
<p>・乾燥地から半乾燥地域の緑化対策などに、幅広く活用できる。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・根が土中の湿潤域に達するまでは、多少の灌水が必要である。 ・サックの材料として土中で分解するバイオプラスチックなどが入手できれば、その方が環境にやさしく効率的であり、取り扱いも楽である。 ・農家の作物生産への直接的な利用には時間がかかる。果樹を育てるにしてもかなりの期間が必要になる。
関連情報（ウェブサイト・参考文献）
<p>・アフリカ沙漠化地域の農業開発について 農業土木学会誌第73巻3号 平成17年3月</p>

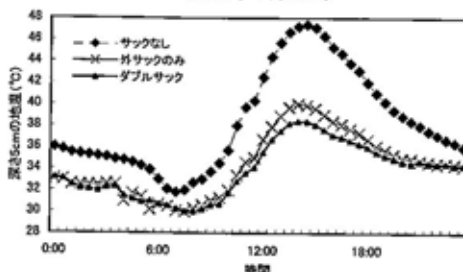


右のグラフは、野外試験の気温と湿度を示しており、気温は日中で 50 度近くになり湿度は 10% 程度まで下がっている。



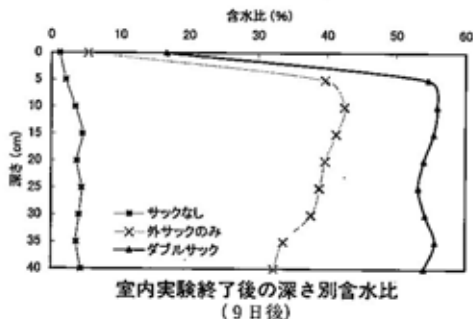
野外試験時の気温、湿度 (1998年8月27日)

右のグラフは土中 5cm における温度の変化を比較している。サックなしで最高 48 度、シングルサックで 40 度、ダブルサックで 38 度程度になり、ダブルサックによる外からの高温防御の効果がわかる。



深さ 5 cm における地温変化 (1998年8月27日)

右のグラフでは、土中の深さごとの含水比を比較している。サック無しでは土中の含水比は 5% 程度しか維持できない。土中 7cm くらいで含水比が最も高く、シングルサックでも 40% を超えているが、ダブルサックでは更に高く、55% 程度を示している。土中の深いところまでほぼ同じような含水比状態を示しており、ダブルサックによるサック内の水分保有が高いことを示している。



(出典:「沙漠よ緑に甦れージブティ共和国十年の熱き戦いー」東京農業大学 高橋悟 教授著)

情報提供にご協力いただいた研究者:
東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科 地水工学研究室 高橋悟 教授

農業／農業土木(DI-10) 地中灌漑システム

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】宮城県古川市、宮城県登米市、鹿児島県</p> <p>【海外】未適用</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<ul style="list-style-type: none"> ・水田農業が発達した東南アジア諸国 ・半乾燥地の塩害地域、特に既に暗渠排水施設の設置が普及している中央アジア諸国のアラル海流域の塩害農地に適用することが期待される。
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・日本では稲作を取り巻く環境は大きく変わってきた。例えば、 <ul style="list-style-type: none"> :限られた水資源と他セクターで高まる水需要を背景にした、農業セクターに対する節水圧力 :米価の伸び悩みに対応するための基盤整備費用の低コスト化と生産コストの低減 :農業従事者の高齢化や後継者不足に起因する更なる農作業の省力化、効率化の必要性 :商品価値の高い野菜やその他の農作物の生産拡大と、それにとまなう水田の汎用化、畑地利用の推進 :農薬や肥料の使用方法などを含む環境への配慮 などである。 ・新たに開発される技術は、このような点に対応することが求められている。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・灌漑機能と、排水機能の両者を備え、水稲栽培時の水管理の適正化・省力化を実現するシステム。 ・圃場に埋設した有孔管と、田面排水機能を兼ね備えた用排水ボックスと水位制御器等を独自のレイアウトで配置することにより、排水と地下水位調節を両立している。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水田の湛水深を予め定めた水位で自動的に調整できる。 ・地下灌漑によって田面下 10cm 程度に水位を保てば、田面には水がなくとも根に酸素を供給しながら、生育に必要な水が供給される。地表からの蒸発散は少なくなるので、節水につながる。 ・掛け流しの必要もなくなるので、農薬や肥料が公共水域への流出するのを抑制できる。農薬・肥料の使用量の適正化も促すので、コスト削減につながる。 ・無代播きの乾田直播が可能になるので、田植えなどの過労働力の節減になる。 ・通常の暗渠排水と同じ適度の設置コストなので、用水施設と排水施設を別々に設置するより有利である。 ・排水の迅速化が図れるので、半乾燥地域の塩害地においてもリーチング機能を発揮できる。 ・畑作時には、湿害と干ばつを回避でき、作物の生産の安定化が図れる。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・水田稲作農業が進展した途上国では、更に生産量上げるには新たな技術が求められている。 ・東南アジアの一部の途上国の稲作生産には、節水、省力、低ランニングコスト、環境への配慮といった日本と同じことが求められはじめている。 ・中央アジアなどの干害と塩害のある地域の農業者にはニーズの高い技術であると考えられる。特にアラル海流域では、塩害対策として大量のリーチング用水が消費され、アラル海の縮小問題へと発展している。節水灌漑と地下水位を制御できるような技術は、高い評価を受けることが期待される。
途上国において適応を阻害する要因／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・圃場など、ある程度の基盤整備が進んでいることが前提となる。 ・圃場レベルの水管理の知識と技術が必要であり、これを農民に習得させるには、オン・ザ・ジョブ形式の技術的な訓練を実施することが望ましい。
関連情報（ウェブサイト・参考文献）
<ul style="list-style-type: none"> ・農村工学研究所で開発した技術で特許を取得している。これらの技術は国内では宮城県古川市において実際に設置されている。

低コストで水田の畑作化を可能とする地下灌漑システム

水田の畑地利用を推進する上で障害となっているのは「湿害と干ばつ」であるが、既設暗渠の用・排水両端の改良と弾丸暗渠の施工により、栽培作物に最適な地下水位・土壌水分を維持するシステム“FOEAS”を開発した。

特徴

● 排水と灌漑を両立

用排水ボックスと水位制御器により幹線・支線パイプ及び補助孔に用水を供給することで暗渠からの排水と地下灌漑の両立が可能となった。

● ほ場全体の地下水位を制御

幹線・支線パイプに直行するように補助孔(弾丸暗渠など)を密に設けることで、ほ場全体の地下水位の制御が可能となった。

● 管内に土砂等が堆積しない

用水に含まれる泥などは幹線パイプ内に堆積させることで、容易に除去が可能となった。また支線パイプにはきれいな水を供給するが、万一土砂が詰まった場合でも洗浄用のパイプへ高圧洗浄機を挿入して除去できる。

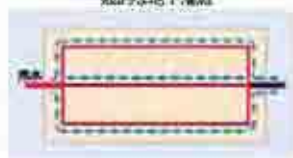
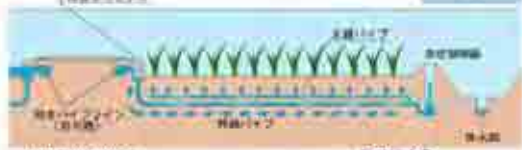
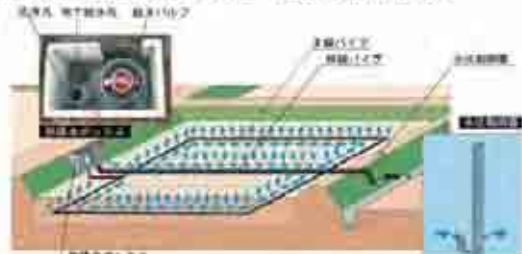


● 簡易に支線用水路のパイプライン化

FOEASは水源と田面の標高差が20cm以上あれば加圧をしなくてもパイプライン化が実現でき、現況の用水路にパイプを敷設するだけでよい。これにより農道の拡張も可能である。

● 従来の暗渠工事と同等の費用

支線パイプを浅層(50~60cm)に水平埋設することで掘削時間や疎水材が削減できる。既設用水パイプラインがすでにある場合は50a区画で10a当たり9,000円の増額により施工することができる。



一般的な地下灌漑



取水中の泥や土砂が地下灌漑管内に堆積する



取水中の泥や土砂がパイプに堆積させる



排水後のきれいなお水が支線パイプを通じて補助孔に供給する



	基準面積50a(10a当りの価格比較)	
	暗渠排水	FOEAS
暗渠排水工	68,000	64,000
水閘工	2,000 簡便	6,000 地下水位設定
補助孔	8,000 簡便2.0m	9,000 簡便1.0m
用排水ボックス工		6,000
洗浄孔		2,000
合計(円)	78,000	87,000

(図の提供:農業工学研究所 水田整備研究室 藤森新作 室長)

情報提供にご協力いただいた研究者:
 宮城大学食産業学部 環境システム学科 千葉克己 助手
 (独)農業工学研究所 水田整備研究室 藤森新作室長 若杉晃介 助手

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】長崎県・沖縄県宮古島など 【海外】中国(大連市)、ブルキナファソ</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥地、半乾燥地など、降雨が少なく、蒸発量が大きな地域。 ・沿岸地域で地下水への塩水進入が問題となっている地域。
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・熱帯、乾燥地域の雨は短期間に集中的に降ることが多いが、通常は地下へ浸透して海へ流出してしまう。 ・ため池などを作って降雨を地表に貯留しても、蒸発が多くて効率が悪い。 ・小規模なタンクで貯めても、水量に限りがあり農業生産には向かない。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・短時間で浸透して地下水となった雨水を、地下において不透水性の壁で堰き止め、地下の空隙に貯留することで、長期にわたって利用する技術。 ・深さが約 10m以内の浅層地下水の場合、工事費を抑えるために、地下ダムの止水壁はオープンカットで不透水層の土堰堤で締め切り、埋め戻す工法も可能である。 ・基盤層が深ければ、地表から数列のグラウトによるか、地下連続壁工法により締め切る工法が適していると考えられるが、予算などの状況も考慮し、いくつかの工法を比較検討する。 ・貯留された地下水は井戸を掘り、ポンプにより汲み出して利用する。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水を地下に貯留するために蒸発損失を少なく出来る。 ・貯水部分の地表は今まで通り農地などに使える。 ・原則的に、地表ダムのように貯水池敷地の用地買収も必要ない。 ・地表ダムのような水系伝染病が発生する心配が少ない。 ・地下施設であるため環境に対する負荷も少ない。 ・工事費などから考えると中規模から大規模開発に適している。 ・沖縄県の宮古島などで大規模な開発実績があり、技術的には問題ないと考える。 ・海外環境協力センターが実施したブルキナファソの地下ダム工事の事例から次のことが言える(次ページ参照)。 <ul style="list-style-type: none"> ：貯水量 180 万m^3 に対して、直接工事費が約 1.34 億円となっている。これは単純計算すれば貯水量当り 74 円/m^3 となり、地表ダムに比べてもかなりの費用対効果が期待できる。 ：貯水量から判断して年間 100 万m^3 が利用できると考えると、100ha に対して 1 日平均 5mm の作物消費水量を 200 日間灌漑できるので、点滴灌漑など節水灌漑技術を使って、野菜栽培が可能となる。 ・地下水を利用している沿岸地域で、海からの塩水浸入を阻止する目的の地下ダムもある。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・水需要が極めて高い地域での、大規模な国家的開発事業において、ニーズのある技術と考える。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・洪積層や石灰岩質の空隙が多い地質構造で、かつ両サイドが不透水性の基盤から成っているような場所を選定しなければならない。 ・このため、水理地質図などの既存資料を基に、物理探査、電気探査、ボーリングなどの事前の地質調査が必要になるが、途上国ではこれらを実施する技術力がないので、技術支援も必要となる。 ・大規模な事業費になるので、対象地域の住民の理解や協力を得て、建設後の施設の維持管理方法など、事前に十分に検討すべきことが多い。
関連情報（ウェブサイト・参考文献）
<ul style="list-style-type: none"> ・国内では緑資源機構が地下ダム建設の実績をもっている。 ・http://www.green.go.jp/gyoumu/kaigai/manual/groundwater/index.html ・平成 15 年度環境省委託事業「砂漠化防止対策モデル事業 地下ダム技術報告書」 2004 年 3 月 環境省(社)海外環境協力センター

関連資料(図・表・写真)

ブルキナファソ共和国、ナメンテンガ郡、ナレ村



- 地下ダム
構造:アースダム式
堤体の長さ:約 210m
堤体の深度:3.0m~11.4m
貯水容量:約 180 万m³
- その他実証試験施設
太陽光発電揚水施設:3 基の揚水井
(深さ約 20m)1.76kwp
多目的給水施設:飲料・家畜・農業
農業実証圃場:0.25ha
水門式小規模ダム:地下水涵養のため、地下ダム 1.2km 上流に建設。

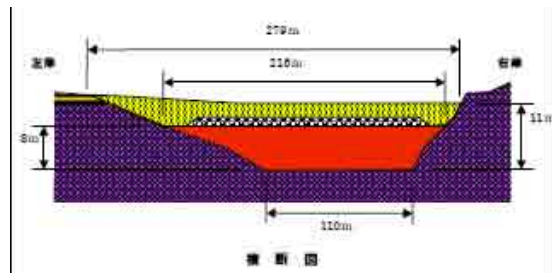
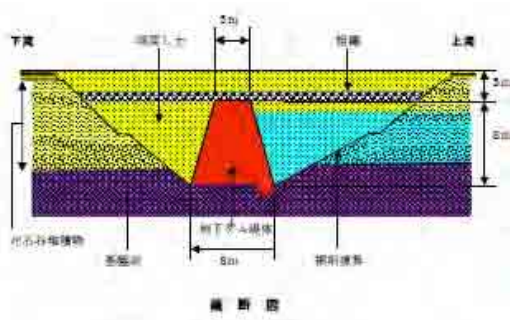
地下ダム位置図



地下ダム地点のオープン掘削状況



掘削後の不透水土堰堤の築堤工事



出典:(社)海外環境協力センターHP、砂漠化防止対策モデル事業の報告書より
http://www.env.go.jp/earth/report/h16-08/jpn/PDF/full_j.pdf

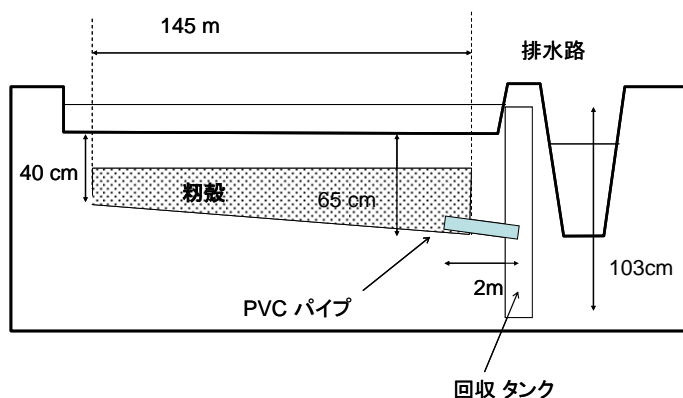
情報提供にご協力いただいた研究者:
京都大学防災研究所 浜口俊雄 助手
環境省 (社)海外環境協力センター及び農林水産省 (独)緑資源機構

農業／農業土木(DI-13) 農民参加による塩害水田の籾殻暗渠による除塩

技術が適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】昔は水田の暗渠は籾殻暗渠であった。</p> <p>【海外】タンザニアで実績がある。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・アフリカやパキスタンなどの半乾燥、乾燥地域の稲作栽培が展開している国に適用可能。</p>
技術の背景
<p>・水田地帯の塩害地では排水を十分に行う必要があるが、一般的な暗渠の施工には PVC パイプやコルゲート管、素焼き管などを埋設するため、かなり費用がかかる。</p> <p>・低コストの暗渠排水の普及が期待されている。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・籾殻を利用して農民自身で暗渠をつくり、水田の除塩を行う方法。 ・農民自身による人力で長さ 145m、深さ 40～65cm、幅 30cm 程度の溝(暗渠)を掘る。 ・勾配は 1:600 で設定し、その末端で排水路に接続する。 <p>(以上の数字はタンザニア、モンボ地区内の 5ha 程度の圃場を対象とした例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溝に籾殻を充填した後、埋め戻して表面を平らする。 ・暗渠の出口は排水路とプラスチックパイプで接続する。 ・暗渠の勾配を確保すると直接排水路に接続出来なくなる場合は、暗渠末端に集水タンクを設置し、集水タンクに集まった排水を人力で排水路にかき出す。 ・理論的には、通常行われている塩害地におけるリーチング効果を発揮するための暗渠排水技術を適用している。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・利用されることの少ない籾殻を使った資源再利用技術である。 ・暗渠掘削に要する労働力と籾殻を運搬するのに費用がかかる程度で、ほとんどコストをかけずに施工可能である。 ・農民自身で実施できる簡易な技術である。 ・籾殻を活用することで暗渠の目詰まりを防止できる。 ・容易に除塩効果が期待できる優れた技術である。 ・タンザニアの実績では、田面の排水路側で電気伝導度 $EC=4.2dS/m$ と高く、塩害を受ける濃度であったが、暗渠を通った回収水の EC は $6.3\sim 8.8dS/m$ になり、かなりの除塩効果があることがわかった(次ページ参照)。 ・技術としては開発されているので、現地では即活用することが可能である。
途上国のニーズとの整合性
<p>・塩害発生で被害を受けている農民が必要とする技術である。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・暗渠末端の排水路への接続など部分的にプラスチックパイプが必要であり、この部分のコストはかかる。共同作業とともに、あらかじめ農民同士で分担方法を決めておく必要がある。 ・環境への負荷はほとんどないが、高塩分濃度の回収水の処理方法を考えておくことが望ましい。例えば、蒸発池を設置し、池からの蒸発により処理することも可能である。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<p>鳥取大学農学部生物資源環境学科 : http://muses.muses.tottori-u.ac.jp/</p>

関連資料(図・表・写真)

圃場における暗渠の設置縦断形状: 暗渠は地表田面から 40cm ~ 65cm の深さに掘削し、中に籾殻を充填する。末端において PVC パイプで排水回収タンクに接続し、回収タンクから排水路へ排水する。



暗渠設置縦断図



暗渠の農民による掘削状況



暗渠の掘削後籾殻を充填した状況



暗渠の埋め戻し状況。表面を平らにして完成

リーチングの効果

用水路の電気伝導度	0.6 dS/m
排水路の電気伝導度	2.2 dS/m
湛水(田面水)の電気伝導度	0.7~4.2 dS/m
リーチングによる回収水の電気伝導度	6.3~8.8 dS/m

(図・写真の提供: 鳥取大学 農学部 猪迫耕二 助教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
鳥取大学 農学部 猪迫耕二 助教授

農業／農業土木(DI-17) プラスチックフィルムを用いた環境負荷軽減・節水灌漑システム

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】鹿児島や農業の集約化が進んでいる地域に導入されている。</p> <p>【海外】トルコなど集約的農業が進んでいる地域。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・多雨地域から半乾燥地域、乾燥地域まで幅広く利用が可能である。ある程度農業の集約化、商品作物生産が進んでいる地域に適用することを想定。</p>
技術の背景
<p>・世界的に水資源が逼迫しており、乾燥・半乾燥地域のみならず多くの国・地域で農業用水の有効利用が望まれる。</p> <p>・農業の集約化が進んだ結果、農地に施用された肥料が地下水や地表水へ流出することによる水質環境の悪化が問題になっている。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・不透水性のプラスチックフィルムで地表面を覆って、土壤水分を適切にコントロールする。 ・灌水量を減らして、肥料分(硝酸性窒素)などの地下水への負荷量を削減する方法である。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土壌面蒸発が抑制されるので、灌漑水量を少なくできる。 ・圃場全部を覆わずに、畝のマルチだけでも効果がある。 ・マルチを行わなかった圃場に比べて約 50%程度の節水効果が確認された。 ・降水の過度の土壤浸透を抑えることができるので、施用した肥料の地下水への浸透(負荷)が少なくなる。 ・農業用水と生活用水の区別がされていない地域では、水資源の水質悪化による住民の健康被害を避けられる。 ・地表面流による土壤浸食も回避できる。 ・地温の上昇や、雑草防除といったマルチングの効果が期待でき、品質の良い作物の生産が可能になる。 ・種々の畑作物に適用可能であり、汎用性は高い。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・雨季に降雨が集中したり、スコールのような集中的に雨の降る途上国では、土壤浸食を軽減させる方策が必要である。 ・乾燥・半乾燥地域で商品作物を生産している途上国では、水資源の有効利用が特に重要な懸案であり、節水技術に対するニーズが高い。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・不要になったフィルムの処理対策について検討しておく必要がある。生物分解性の不透水性フィルムの導入が望ましいが、途上国では特にコストが課題になる。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・「ビニールマルチング圃場における土壤水分動態と化学肥料成分の地下浸出」応用水文 15, 59-68 ・“Movement of water collected by vegetables in plastic-mulching field” J. of the Fac. of Agr. Kyushu Univ., 48, 237-245 ・“Effect of plastic-film mulching on leaching of nitrate nitrogen in upland field converted from paddy” Paddy and Water Environment, 2(2), 67-72 ・「ビニールマルチ圃場における灌漑と温度環境および土壤水分環境」畑地農業 544, 2-7 ・「マルチ栽培における土壤水分消費と地下水への窒素負荷」畑地農業 560, 2-12 ・類似研究として、先進的農林水産業情報として紹介されている、近畿中国四国農業研究センターによる「マルチ点滴灌漑施肥装置ならびに果樹の水管理」が実用化されている。 http://wenarc.naro.affrc.go.jp/tech-i/4/man_maru_prn.pdf

関連資料(図・表・写真)



タバコ栽培 (鹿児島県)



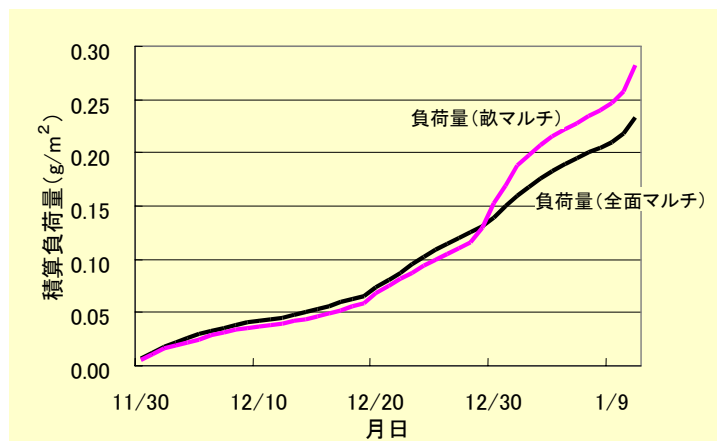
ビニールフィルムの施された圃場群 (トルコ)



検証実験に用いた排水型ライシメータ

栽培区	降雨量 (mm)	灌水量 (mm)	地下浸透水量 (mm)	蒸発散量 (mm)
畝マルチ	472	142	439	175
マルチ無し		192	299	365

夏期栽培における節水効果



マルチング方法の違いによる地下排出負荷量への影響(硝酸性窒素)

(写真や図表の提供:佐賀大学 農学部 原口智和 助手)

情報提供にご協力いただいた研究者:

佐賀大学 農学部 原口智和 助手

九州大学大学院 農学研究院 中野芳輔 教授、丸居 篤 助手

農業／林業 (Fo-01) キトサン金属複合体を基材とした環境調和型総合防汚剤

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】鳥取県(適用試験) 【海外】未適用</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<ul style="list-style-type: none"> ・菌類、シロアリ、フナクイムシ、フジツボなどの有害な環境生物により、木材が劣化と汚損を受ける途上国地域 ・キトサン金属複合体は、カニやエビなどの甲殻類からとれるキチンを原料とするため、漁村が原料提供、キトサンの精製の場となりうる。
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・木質系の素材は腐朽菌、シロアリ、ナメクジ、フナクイムシ、フジツボなどの生物により劣化や汚損(複合汚損)を受け、大きな経済的損失を生んでいる。 ・複合汚損を防止するために開発されてきた薬剤は、安全性や薬剤効力の安定性に問題があるものが多く、環境かく乱物質として、製造や使用が禁止されてきている。 ・そうした中で、従来の薬剤に比べて安全で効果的なキトサン金属複合体薬剤の開発と事業化が進んでいる。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・途上国の漁村に豊富に存在するカニやエビなどの甲殻類の殻からキチン質を抽出し、キトサン金属複合体を合成する。キトサン金属複合体に含まれる金属イオンにより、腐朽菌、シロアリなどの忌避効果が発現する。 ・キトサン金属複合体は、木材のセルロースと非常に親和性が高いため、木材の防腐剤として使用する。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・キトサン金属複合体の忌避作用により、本複合体を加圧浸透させた木材は、劣化や複合汚損に対し耐性を持つようになる。特に熱帯地域では、木材の使用期間を延長でき、大きな経済効果が期待できる。 ・キトサン金属複合体の製造、販売を農漁村での小規模加工業として成立させられる可能性がある。 ・日本ではすでに大学と民間のコンソーシアムを通して、製造と効果に関する実用化試験を実施済みであり、技術的実現性、安全性、経済性などについて知見の蓄積がある。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・キトサン金属複合体の製造に必要な、キチンの原料は、途上国の漁村で入手可能なカニやエビの殻である。これら水産物の廃棄物の有効利用、エビやカニの殻の商品化、付加価値の生成という観点から、途上国の漁村の開発に貢献する可能性が高い。 ・キチンの生成抽出から、キトサン金属複合体の合成、酢酸溶液の調整などは高度な技術とプラントを必要としないため、途上国の地方都市、漁村でも小規模産業として成り立つ可能性がある。 ・木材の汚損は熱帯地域で大きな経済的損失を招いている。比較的簡単な技術と低い費用で、汚損防止ができることの経済効果は大きいと考えられる。 ・キトサン金属複合体の毒性は低く、環境に優しい木材汚損防止剤となる。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・キトサン金属複合体は農漁村で製造可能と考えられるが、薬品の毒性などに関する知識が必要である。 ・キチンを抽出するための原料はカニやエビの殻であり、途上国の漁村で調達・加工可能だが、キトサン金属複合体の酢酸溶液を木材に深く浸透させ、防腐処理を行うためには、小規模でも10気圧程度加圧できる釜が必要になるため、ある程度まとまった資本が必要である。 ・キトサン金属複合体に関する特許権は、鳥取大学古川教授グループに属する。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・日本キチン・キトサン学会 HP: http://www.jscc.jp/about/history.html ・鳥取大学古川郁夫教授 HP: http://muses.muses.tottori-u.ac.jp/staff/furukawa.htm

関連資料 (図・表・写真)



カニ殻からカルシウムなどを取り除き精製されたキチン



キチンから抽出精製されたキトサン

キトサンと銅の複合体



キトサン銅複合体(CCC)の酢酸溶液



CCC 処理のマツ材を1年間海中浸漬したもの

CCC 未処理のマツ材を1年間海中浸漬したもの



CCC 処理のスギ材を1年間海中浸漬したもの

CCC 未処理のスギ材を1年間海中浸漬したもの



キトサン金属複合体で処理したアカマツとスギ材を、3ヶ月間海中浸漬したもの。無処理材はフナクイムシとフジツボによる汚損が激しく、処理材は被害を受けていない。

(出典: 古川教授ホームページ)

(写真は調査団撮影)

情報提供にご協力いただいた研究者：
鳥取大学 農学部 古川郁夫 教授

農業／林業(Fo-04) 沙漠緑化のためのアグロフォレストリー

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用 【海外】ジブチ</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・開発途上国の乾燥地域と半乾燥地域で、ウォーターハーベスティング、ストーンマルチなどで集水が可能であり、かつダブルサック工法で、樹木が生育できる地域。対象者は、乾燥地や半乾燥地で、定着農耕をおこなっている農漁村民。</p>
技術の背景
<p>・1991年から東京農業大学設立100周年記念事業として、プロジェクト研究「アフリカ・ジブチ共和国における沙漠緑化」がスタートした。この研究を通じ、ウォーターハーベスティング、ストーンマルチなどの集水灌漑工法や、ダブルサック工法といった、樹木の生育を乾燥や熱から保護し、根を地中深くはらせる方法が開発され、現地実証試験が実施された。ダブルサック工法については、国際特許(アメリカ、オーストラリア、中国、イスラエル)を取得し、施工機械が開発された。これら技術の普及活動が、東アフリカ7カ国の開発政府間機構(IGAD)などの共催によるワークショップで行われた。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <p>・土地の生産性を向上させるために、農業と林業を同時に行うのがアグロフォレストリーである。特に乾燥・半乾燥地では、樹木により日射量を緩和し、日陰で野菜などを栽培することが有効である。また、アグロフォレストリーでは複数の作物を同時に栽培するため、単一の作物を栽培するより、病虫害に対するリスクが低減される。一方で、労働集約的な側面がある。アグロフォレストリーに必要な水分は、ウォーターハーベスト工法や、ストーンマルチ工法などにより確保し、また、ダブルサック工法により、水分が樹木などの苗木に無駄なく消費される。</p> <p>【特長・効用】</p> <p>・乾燥・半乾燥地でのアグロフォレストリーの特徴は、水分を確保し、効果的に活用すること。ウォーターハーベスト工法では、雨が降ったときに表面を流れてしまう水を地下水として確保する作用がある。ストーンマルチには、地温の上昇を緩和し、土壌水分の保持、蒸発の抑制、風食の抑制、結露による水分補給などの効果がある。ダブルサック工法では、断熱効果の高い外サックにより側方からの熱の遮断、土壌水分の長期間保持、根を下層まで、短期間に伸ばすなどの効用がある。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・途上国の乾燥地や半乾燥地で、少ない水分を灌漑施設の設置などの大きな投資に頼らず活用できるため、農漁村民の生計安定や向上に貢献する。</p> <p>・ウォーターハーベストやストーンマルチ工法は、現地の材料と技術で活用が可能と考える。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<p>・もともと水の少ないところでのアグロフォレストリーであり、使用されている工法の効果の度合いは対象地の気候、土壌水分、地下水の状況に左右される。そのため、適応できる場所を慎重に選定する必要がある。</p> <p>・造成されたアグロフォレストリーによる生産物の配分、所有権や利用権などの権益の付与などを、事前に農民や牧畜民などの関係者の間で調整し、合意しておく必要がある。</p>
関連情報（ウェブサイト・参考文献）
<p>・東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科 HP: http://www.nodai.ac.jp/eng/original/index.html</p> <p>・高橋悟「熱帯乾燥地における緑化と劣化した土と水環境の修復」農業土木学会誌 70巻7号、2002</p>

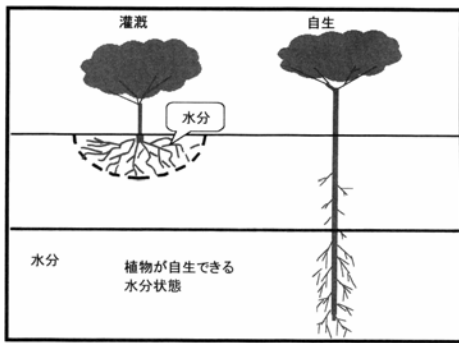


図1 灌漑方式による根の生育状態
乾燥地で灌漑を行うと作物の根は浅く伸びやすい。一方、乾燥に強い自生の樹木は、水分のあるところまで深い根を張る。

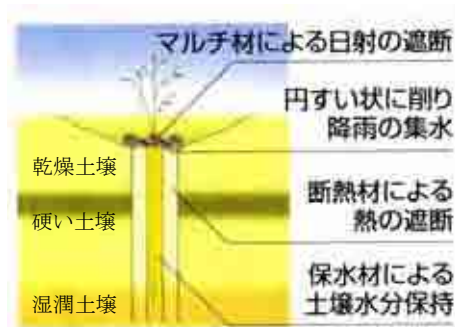


図2 ダブルサック工法
生分解性のフィルムで作った円筒形のサックを二重に地中に埋設し、根を地中深くまで誘導する工法。内側のサックは保水、外側のサックは、断熱効果がある。



写真1 ダブルサック工法施工直後

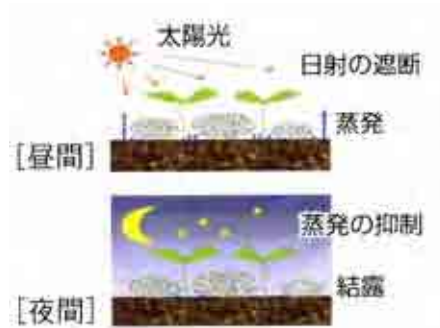


図3 ストーンマルチ工法
ストーンマルチの効用は、地表面からの水分蒸発の抑制、塩類集積の抑制、地温上昇の緩和、結露による水分供給、土壌浸食の防止、植生進入の誘導、家畜による食害の緩和などがある。

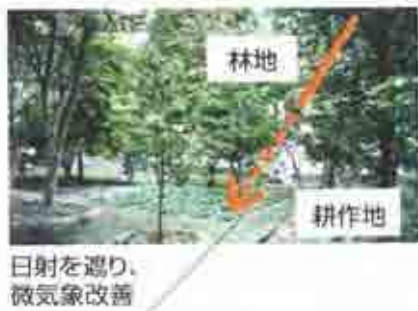


図4 乾燥地におけるアグロフォレストリー
ダブルサック工法、ストーンマルチ工法、ウォーター・ハーベスティング工法で水を集め、森を作り、樹間で果樹や野菜を栽培する。



写真2 ジブチにおけるアグロフォレストリーの実証試験結果

図1と写真1の出典:高橋悟:”沙漠よ緑に甦れ ジブチ共和国十年の熱き戦い”東京農大出版会 (2000);
図2、3、4の出典:「食と農」の博物館展示案内 東京農業大学の沙漠緑化研究 沙漠よ緑に甦れ ジブチ共和国15年の熱き戦い (2005); 写真2の出典:ジブチ共和国と東京農業大学の沙漠化研究 (2005)

情報提供にご協力いただいた研究者:
東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科 高橋悟 教授

農業／林業(Fo-06) 遷移型アグロフォレストリー

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用</p> <p>【海外】ブラジル北部、北東部の熱帯地方、パラ州、アマゾナス州、バイア州</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・湿潤熱帯で、農家一戸あたり比較的大きな農地(数ヘクタール以上)が確保できる地域。また、各種生産物が市場にアクセスできる地域。</p>
技術の背景
<p>・ブラジルのパラ州トメアス郡の日系農場では、1960年代以降、コショウの立ち枯れ病蔓延に伴い、代替・後継作物としてブラジルナッツなど数十種の在来・導入樹種が栽培されるようになった。その結果、天然林の二次遷移に似せた、遷移型アグロフォレストリーによる農業生産が定着した。東京農工大学によりこのアグロフォレストリーのモデル化が行われている。</p> <p>・トメアス農協では、1990年代中頃から戦後移民2世が経営に携わり、ブラジル国内はもとより欧米日にも、アグロフォレストリー生産物の積極的なマーケティングをおこなっている。トメアス入植地は、奥地の不利な諸条件を克服し、集約的な定着農業で森林破壊を抑制し、持続的農村開発のモデルケースを確立したとして国際的注目を集めている。JICAは、このアグロフォレストリーの非日系小農への普及を支援している。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <p>・最初に、米・メイズ・豆・カボチャなどの短期作物、引き続き、コショウ・パッションフルーツ・バナナなどの中期作物、最後に、果樹・多目的高木樹種の「永年作物」を栽培するというように、熱帯林の植生遷移を模倣するアグロフォレストリーである。前作が防風・被陰効果の提供や窒素固定能で後継作物の成長を促し、畑からの生産物が途絶えず、作物の組み合わせにより生産性が上がるよう工夫されている。</p> <p>【特長・効用】</p> <p>・一耕地(25ヘクタール)の遷移型アグロフォレストリーで、アマゾン森林破壊の主要因とされた放牧場の基本単位(1000ヘクタール)と同等の純収益をあげることができる。また、同一面積で比較すると、前者は後者の約150倍の農村労働力を雇用する。</p> <p>・高い土地生産性を達成することができ、単位土地あたりの経済的産出が大きいと、土地に対する需要を抑えることができる。結果として、森林伐採圧力を弱める働きがあり、森林保護に貢献する。また、天然林周辺の採取生産用緑地としての役割も期待できる。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・遷移型アグロフォレストリーにより、土地生産性が上がり、農業生産による収入の増加をもたらすことができる。また単位土地あたりの扶養可能な人口を増加させることができる。</p> <p>・森林伐採圧力を低減させるとともに、森林由来の有用植物を栽培し生果・工業原料や加工品を特産物としてマーケティングできる。</p> <p>・作物の単一栽培による病虫害のリスクを軽減できる。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<p>・遷移型アグロフォレストリーは、一年生作物から樹木まで多様な作目が生育できる湿潤熱帯地域が、最も成立に適している。乾燥した地域での適用については注意が必要である。また、種々の作物の市場アクセスが可能な場所であればならない。</p> <p>・生育に年月のかかる樹木も作目に含むため、収穫の継続性を担保するためには、一定規模の土地の長期的所有権あるいは使用権が確立されねばならない。</p>
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<p>・M. Yamada and H. L. Gholz. "An evaluation of agroforestry systems as a rural development option of the Brazilian Amazon." <i>Agroforestry systems</i> 55; 81-87, 2002.</p> <p>・東京農工大学大学院農学府 HP: http://kenkyu-web.tuat.ac.jp/Profiles/0002/0000328/profile.html</p>

遷移型アグロフォレストリーにおける作目の移行



第一段階の終わり
短期作物(メイズ)から中期作物
(ドラゴンフルーツ)への移行



第二段階の始まり
中期作物(コショウとバナナ)の混植



第二段階の中ごろ
中期作物(コショウ)と「永年作物」果樹苗
(クプアスー、タベレバ)



第二段階の終わり
中期作物(コショウ)と生長した「永年作物」果
樹(カカオ)



第三段階の始まり
中期作物(コショウ)が枯死し、果樹
(クプアスー)が生産を開始、多目的高木(ブ
ラジルナッツ)生長



第三段階盛期
果樹(カカオ)と多目的高木
(ブラジルナッツ)が果実生産

(写真の提供:東京農工大学大学院 農学府 国際環境農学 山田祐彰講師)

情報提供にご協力いただいた研究者：
東京農工大学大学院 農学府 国際環境農学 山田祐彰 講師

農業／林業(Fo-09) マングローブ林の造林

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】沖縄県・西表島・石垣島・沖縄島等</p> <p>【海外】東南アジア、南アジア、中東、アフリカ、中米などマングローブ林が成立する海岸地帯</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・開発途上国で、マングローブ林が成立可能な気候をもつ国々。マングローブ林が成立することにより、林業や漁業などの経済的便益や、災害からの保護などの便益が沿岸住民にもたらされる地域。</p>
技術の背景
<p>・マングローブは熱帯の潮間帯に成立する森林群落または、その構成植物を指し、110種以上の構成種がある。1995年に世界で約1620万haのマングローブ林があると報告されている。近年、このようなマングローブは水産養殖や沿岸開発のため、減少が著しく(写真1参照)、マングローブ林の提供する各種の便益が失われつつある。また、マングローブ林の土壌は、酸性硫酸塩土壌で、水産養殖池などへの転用により、強酸性の土壌になってしまうなど問題がある。このようなことから、日本では、大学、研究機関、JICA、NGO・NPOなどが、マングローブ林の再生技術の開発・研究や造林事業を進めている。マングローブの造林に関する研究は、マングローブ林の主要な構成種であるヒルギ科、マヤブシキ科、クマツヅラ科などの樹種が主な対象となっている。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マングローブ林は多くの樹種で構成され、地盤高により優占樹種が異なる(図1参照)。このため、散布体(胎生種子)や、苗木の植栽に当たっては、地盤高やマングローブの原植生を調査し、植栽場所と樹種を決定する。マングローブ樹種の造林適地を間違えると、100%枯死してしまうこともある。 ・散布体が大きいヒルギ科の樹種では、散布体を親木から採取し、直接植栽地に直挿し造林することが多い。散布体は採取後長期保存できない。そのほかの造林樹種では、潮間帯に苗畑を設置して苗木を養成してから造林する。 ・その場合、育成樹種に応じて、苗畑の地盤高や、供給する汽水の塩分濃度のコントロールなどを行う必要がある。マングローブの生育は、一般に塩分濃度が高すぎると遅れる。そのため、乾燥地でのマングローブ造林では、密植などにより海水の蒸発を抑え、塩分濃度が高くなるのを抑制する工夫が必要。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マングローブ林が成立することにより、薪炭材の生産、タンニンや蜂蜜などの特用林産物の生産、水産資源の涵養や生物多様性の確保、高潮や津波などの自然災害からの防災などの便益が、沿岸住民にもたらされる。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・マングローブ生態系を活用した生産活動により沿岸の農漁村民の生計安定に貢献する。 ・エビ養殖の放棄地などで、マングローブ林を再生することで二酸化炭素の削減に貢献する。 ・マングローブを造林することにより、沿岸の農漁村民の受ける津波や高潮の被害を緩和する。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・一時的に収益性の高いエビ養殖のために、マングローブ林が伐採・開発される可能性が高い場所でのマングローブ林伐採や開発については、慎重に行う必要がある。 ・地盤高や塩分濃度などに応じて、微妙に変化する環境条件を考慮して植栽樹種を決定する必要がある。 ・造成されたマングローブや付随する水産物などの所有権や利用権などの権益について、造林前に関係者の間で調整し、合意しておく必要がある。
関連情報（ウェブサイト・参考文献）
<ul style="list-style-type: none"> ・琉球大学熱帯生物圏研究センターHP：http://www.u-ryukyu.ac.jp/faculty/institute/jointuse/jointuse_index.html ・国際マングローブ生態系協会：http://www.mangrove.or.jp/ ・馬場繁幸,北村昌三: "マングローブ植林のための基礎知識 -マングローブ林の再生のために-" 国際緑化推進センター、1999

関連資料 (図・表・写真)

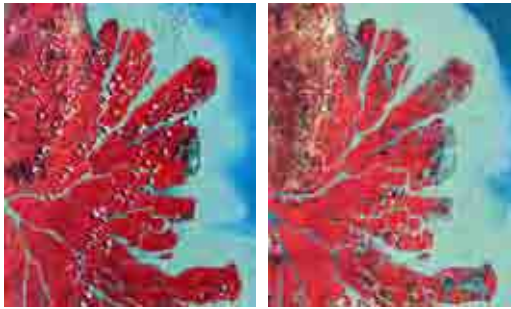


写真1 インドネシア東カリマンタン・マカハムデルタでのマングローブ林の急激な減少(赤い部分がマングローブ林を示す) 写真左:1992年、写真右:1998年



図1 マングローブのすみわけの模式図(西表島) 左側にゆくに従い地盤高が下がり、海水につかる時間が長くなる。それに従い樹種構成が変わる



写真2 放棄されたエビ養殖地への造林 JICAの支援するマングローブプロジェクトの試験地 (インドネシアバリ島)



写真3 散布体の直挿し造林地 潮の流速が早いところでは支柱を用い造林する(インドネシア)



写真4 西アフリカ・セネガルの成長の悪いマングローブ造林地(植栽後約10年経過) 半乾燥地帯でのマングローブ造林では、海水の蒸発により塩分濃度が高くなり、成長が遅くなる傾向がある。そのため、散布体を密植し、樹冠の鬱閉により蒸発が抑えられる様になるまでの年月を短くすることにより、成長を早める技術が琉球大学の馬場教授により提案されている。

写真1の出典:Global Mangrove Database and Information System (<http://www.glovis.com/>) 衛星写真の提供はLaboratoire d'Ecologie Terrestre, Toulouse, France; 写真2,3と図1の出典:馬場繁幸、北村昌三:『マングローブ林植林のための基礎知識—マングローブ林の再生のために— 国際緑化推進センター(1999); 写真4の出典:調査団員がセネガルで撮影

情報提供にご協力いただいた研究者:
琉球大学 熱帯生物圏研究センター 馬場繁幸 教授

農業／林業(Fo-13) GPSを用いた焼畑土地利用の履歴解析

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用 【海外】ラオス(JICAの支援によるラオス森林管理・住民支援プロジェクト)、ミャンマー</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<ul style="list-style-type: none"> ・開発途上国で、焼畑移動耕作に従事している農民が、焼畑全筆調査に基づく土地管理に関心がある地域。 ・衛星写真や航空写真が入手可能で、地理位置測定(GPS)器機を用いて位置情報が取得可能な地域。
技術の背景
<ul style="list-style-type: none"> ・開発途上国の焼畑移動耕作地域では、人口の増加や移出、農作物価格の変化による作目の変化など、社会経済環境が急速に変化する中で、伝統的な焼畑の休閑期間の短縮や、収奪的な農法の導入により土地生産性が落ちている。このような状況の下で、焼畑農民や行政が焼畑の移動、休閑地(森林)の動態を把握し、土地生産力を保つための移動耕作地管理や作目の選択を行う必要が生じている。 ・近年、民生用のGPS器機の発達に伴い、途上国での正確な位置情報の取得が手軽にできるようになった。位置情報を処理するアプリケーションも普及し、社会科学の研究者にとって、地理情報を応用した研究が経済的にできるようになった。本技術は、社会科学におけるGIS技術の応用である。
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本手法により、聞き取りによる焼畑土地利用の把握に加え、焼畑の正確な面積や筆移動の時系列変化の把握と焼畑の動態分析が、焼畑農民と行政により効果的に行える。 ・本手法をラオスで応用し、GPSによる実測値と世帯聞き取り調査結果を地図化したうえで、経時変化をモニタリングすることにより、焼畑農民のもつ暗黙知を形式知化するとともに、行政サービス内容の決定と、その影響評価を実施した。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・焼畑農民のもつ、伝統的土地利用に関する暗黙知を形式知にすることで、焼畑農民自身の土地管理の透明性を高め、土地資源管理と農林業生産が、土地利用の履歴に基づき、より合理的に行える。 ・同様の形式知化により、行政やドナーなどの外部者により、焼畑の動態、休閑年数や作目の履歴が把握されるようになる。その結果、行政による農林業普及サービスの提供が、中長期的な土地利用、農民社会の変容、市場の動向に合わせた形で提供できる。 ・焼畑地域で、生態的遷移を活用した焼畑農耕の持続的管理に貢献するため、生物多様性が高まる。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・本手法の活用により、森林の遷移を活用した焼畑農業の生産性が持続し、向上することにより、焼畑農民の収入の安定化を促進する。 ・高いコストのかかる土地台帳の整備が進んでいない焼畑地帯にあつて、比較的lowコストで、土地管理情報を行政サービス提供の基礎データとして収集することができる。 ・本手法では調査内容、GPSを使ったデータ収集、パソコンを使った分析に高度な知識は必要なく、途上国の政府職員でも十分に実施できる。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・焼畑の全筆調査の実施と、その結果に基づき土地が有効に利用される前提として、政府と焼畑農民の間に、土地所有や利用の権利について信頼関係がなければならない。また、収集された情報が、住民と政府の間で合意された土地利用以外の目的に、住民の合意なく使用されることのないような情報管理が必要である。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・鈴木玲治、竹田晋也「衛星画像を活用した土地利用履歴の解析－ミャンマー・バゴー山地におけるカレン焼畑の事例－」京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

関連資料 (図・表・写真)



焼畑全筆調査対象地(ラオス国 S 村)



村民によるマッピング



GPS による焼畑位置の測定



現地調査結果のとりまとめ



GPS データにより再現された焼畑位置と形状
(ピンクの部分が焼畑地)



全村の焼畑位置と位置の経年変化
(緑の部分は共有の村落林)

表 調査から推定される2005年8月現在の状況

平均の焼畑面積	1.71 ha.
村落面積	1,796.25 ha.
村落保全林面積	122.37 ha.
焼畑可能地面積	1,673.88 ha.
2005年の焼畑面積	143.65 ha.
最長推定休閑年	11.65 年
実際の平均休閑年数	5.85 年

(写真、図、表の出典: Shinya Takeda, 2005, Activity Report, Short-term expert, Forest Management and Community Support Project.)

情報提供にご協力いただいた研究者:
京都大学大学院 アジア・アフリカ地域研究研究科 竹田晋也 助教授

農業／農産加工(Pr-03) 乾燥野菜の品質改善適正技術

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用 【海外】アフリカ諸国では乾燥野菜は広く作られているが、この技術は適用されていない。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・乾燥野菜が広く流通している地域、特にサハラ以南アフリカ諸国の中で比較的乾燥している地域</p>
技術の背景
<p>・サハラ以南のアフリカ諸国の中で比較的乾燥している地域では、生鮮品として売れ残った野菜類を乾燥させ、保存食として販売している。乾燥野菜によって生鮮野菜が収穫できない季節にも野菜を摂取できるし、乾燥野菜は煮込み料理にはそのまま入れればいいので調理の手間が省ける。 ・しかしそのほとんどは、品質を劣化させずに保存するために必要な処理をしていないため、品質が悪い。 ・冷蔵流通ができないこうした地域では野菜を生鮮野菜だけで販売することは難しい。冷蔵庫がない消費者側としても、長期保存できる乾燥野菜は重宝する。したがって、乾燥野菜の品質改善は大きなインパクトをもたらすことが期待される。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現在、各地で流通している乾燥野菜は、葉菜類をはじめ、トマト、タマネギ、オクラなど多種多様だが、これを適切なタイミングで下処理してから乾燥することで、品質を向上させる。 ・以下の4つが特に重要。(1)乾燥に適した熟度を見極めて、適切なタイミングで収穫する (2)湯通しによって酵素を失活させ、変質を防ぐ (3)かんきつ類のジュースなどにひたすことで酸化を防止する (4)作業工程全般の衛生状態を改善する。 <p>【特長・効用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上記の(2)は大きめの鍋があればできるし、(3)は現地でもとれる果実を使えばよいなど、現地にあるものを使っている技術なので、現地適応性が高い。 ・加工食品の品質保持に関するごく基本的な原理に基づいた技術なので、いくつかのポイントを押さえればだれでもでき、現地の指導者を養成しやすい。 ・農村部でやれる数少ない付加価値産業として、生産者にとっては、現金収入の機会を増大させる。 ・消費者にとっては、質のよい野菜摂取の機会が増えるので、健康増進につながる利点がある。乾燥野菜はそのまま煮込み料理に入れればよく、調理の手間が省け、女性の労働軽減に寄与する。
途上国のニーズとの整合性
<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥野菜はアフリカ各地で作られて広く利用されており、その品質改善は重要である。 ・近年、サハラ以南のアフリカ諸国では干ばつが悪化しており、乾燥野菜のニーズはますます高まっている。 ・収穫された野菜が一気に市場に放出されて値崩れを起こすことがある。乾燥技術の改善は、販売の平準化をさらに進め、収入の安定をもたらす。
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥前処理の技術的な原理をうまく説明しないと、なぜそのような処理が必要なのかを現地の人々が理解できず、技術が円滑に普及しない可能性がある。 ・明確な成果を出すにはノウハウレベルの経験が重要なので、現場実践による訓練(OJT)など、指導方法を工夫する。
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<ul style="list-style-type: none"> ・H.Koaze et al. 2000 Report on Regional Technical Cooperation Promotion Activities

ジンバブエの市場に出ている乾燥野菜



市場で天日干しされているトマト



野菜の天日干し



野菜ミックスの天日干し



市場で売られている
乾燥ケールと乾燥オクラ

(写真の提供: 帯広畜産大学 畜産科学科 食品工学研究室 小疇浩 助教授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
帯広畜産大学 畜産科学科 食品工学研究室 小疇浩 助教授

農業／農産加工 (Pr-06) 高低差利用の小水力製粉

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】小水力を動力に利用した施設はかつて各地にあったが、今はほとんどない。</p> <p>【海外】タンザニア</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・日常的に製粉しているが、小水力を動力として使っていない地域、主にアフリカ。</p>
技術の背景
<p>・アフリカ諸国では、製粉したトウモロコシやソルガムなどを主食にするところが多いが、伝統的な石や木槌による製粉は長い労働時間を必要とする。</p> <p>・外国援助などにより、こうした労働軽減のためにエンジン付きの製粉機が導入されるケースは多いが、エンジンの維持管理費や燃料代がかさみ、特に貧しい農村部では持続性に問題がある。</p> <p>・アフリカでも小さな川は各地に流れており、この水力を上手に使えば、製粉機をはじめ、さまざまな動力として活用できる。しかし、水車などの形で小水力をしばしば動力源にしてきたアジアと違い、アフリカには、小水力を利用する経験を持っていない地域がかなりある。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <p>・川から引いた水を 10-15m 下に落とせる急斜面の地形を探す。直径 20-30cm のパイプを使って水を落とし、製粉機を入れた小屋に引き入れ、タービンの羽根に当てて、回転力に変える。</p> <p>・タービン(羽根車)は中心軸から羽根の先端までが 15-20cm。タンクローリーの廃車など、肉厚の鉄板を使い、簡単な溶接で作る。回転力を伝える直径 3cm ほどのシャフトは廃車部品を利用する。ベルトをかける滑車、ベアリングは既製品、製粉機本体も、電動やエンジン付きの形で都市部では広く使われているので、その既製品を利用する。</p> <p>【特長・効用】</p> <p>・電気や化石燃料などのエネルギー源がない農山村でも、川から一定量の水が引け、15m ほどの高低差がある場所ならどこでもできる。</p> <p>・高低差による位置エネルギーで羽根車を回すため、大型の水車は不要。水力を動力に変える仕組みは比較的簡単なので、簡単な溶接ができる鉄工所があり、廃車部品などが入手できれば、現地の人々自身が維持管理できる。</p> <p>・水力が動力として利用されていない地域では、新たなエネルギー源として、製粉以外にも小水力を応用できる。</p> <p>・この技術は京都大学が中心になって進めたタンザニアの JICA ソコイネ農業大学地域開発センタープロジェクトで開発された。プロジェクトで作られたひな型がきっかけになり、現地の人々の手によって、高低差を利用した同種の小水力製粉機が既にいくつか誕生している。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・固練り類を主食とする地域はアフリカ各地に広がっている。そこでは、製粉が女性の手で長い時間をかけて行われており、製粉労働の軽減には、強いニーズがある。外国援助などで、エンジン製粉機がしばしば導入されるのは、こうした労働軽減に対する強いニーズがあるからとみられるが、前述のようにこれらの持続性は低い。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<p>・川の一部をせき止めて水を引いたり、タービンに当たった後の水を排水したりする技術は、もともと住民の中にあつた治水の知恵と結びついてうまく定着した。川が身近にあれば、たとえ水力を回転力にまで応用した経験はなくても、治水に関する在来の知恵を持っている場合が多い。そのような在来の知恵を最大限引き出すようにすることが、この小水力製粉機を現地で定着させる大きなファクターになる。</p>
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<p>・JICA ソコイネ農業大学地域開発センタープロジェクトの各報告書</p>



手作りのタービン



タービンを組み込む



製粉機(左)とタービン(右)



石で川をせき止め、右方向に取水する



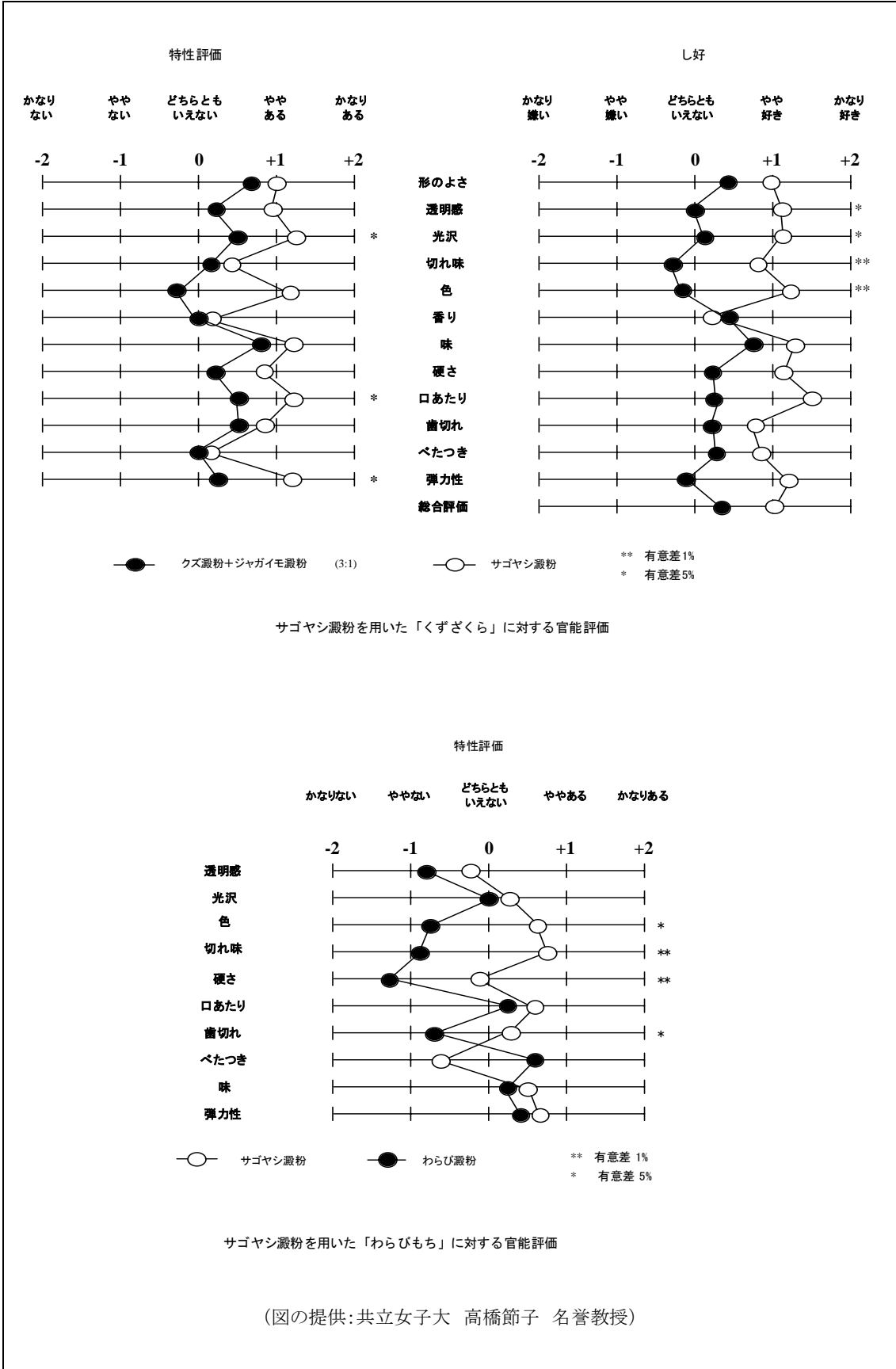
水が落ちる製粉小屋と排水

(写真の提供:タンザニア・ソコイネ農業大学地域開発センタープロジェクト)

情報提供にご協力いただいた研究者:
京都大学大学院 アジア・アフリカ研究科 伊谷樹一 助教授
地域計画連合 田村賢治 シニアプランナー

農業／農産加工(Pr-07) サゴヤシ澱粉の特長を生かした加工

技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用 【海外】サゴヤシ澱粉はインドネシアなどで食べられているが、その特徴をフルに生かした加工・利用ではない。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・サゴヤシ澱粉が生産されている地域</p>
技術の背景
<p>・熱帯のサゴヤシが良質の澱粉を産生することは広く知られているが、サゴヤシ澱粉の物性的特徴に関する研究は少ない。このためサゴヤシ澱粉が使われている熱帯諸国も含めて、その澱粉の優れた特性を生かした使い方がされているとは言い難い。 ・サゴヤシ澱粉は、ジャガイモ澱粉やトウモロコシ澱粉とは違った独自の特質を持っており、これをよく理解すれば特徴ある多彩な加工品を作ることができる。</p>
技術の内容
<p>【概要】 ・サゴヤシ澱粉は、(1)5分以下の加熱では粘りがあり出ないが、5分を過ぎると独特の粘りが出る (2)加熱後に冷却するとゲル化して、柔らかいがコシのある独特の固さを生み出す (3)糊化しても白濁せず、透明感が失われない—というような、他のどの澱粉とも違う独自の特性を持っていることが研究の結果、判明した。 ・しかし、サゴヤシ澱粉は、それを理解しないまま加工すると、優れた食感が得られない。逆に、特性をよく理解して加工すれば、ジャガイモ澱粉やトウモロコシ澱粉よりも優れた食感を実現し、付加価値の高い加工品を作ることができる。</p> <p>【特長・効用】 ・サゴヤシ澱粉が生産されるインドネシアなどの途上国で使われているが、日本などの先進国でも、和菓子・洋菓子や麺類などの素材として、従来の澱粉素材を超えるものになる可能性が十分ある(右ページの試験結果を参照)。 ・加工食品の品質保持に関するごく基本的な原理に基づいた技術なので、いくつかのポイントを押さえればだれでもでき、現地でも指導者を養成しやすい。 ・鍋1つでできるようなごく小規模の菓子づくりから、中大規模の製菓・製麺業まで、サゴヤシ澱粉の特性をふまえば多様な形態での加工に利用できるため、途上国の置かれた状況や関係者の希望、政策的意図などに幅広く対応可能。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・サゴヤシ澱粉は熱帯アジア各地で生産されているが、サゴヤシ澱粉の優れた特性が知られていないために、せっかくの特性が生かされていない。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<p>・途上国現地で活用する場合は、澱粉が利用されている加工食品のうち、どれがサゴヤシ澱粉の特性を最もよく生かせるのかを初めによく調査する必要がある。</p>
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)
<p>・高橋節子ほか「澱粉を蓄積するヤシ—サゴ澱粉の性質と調理・加工適正—」熱帯農業第50巻 第5冊 別冊、2006</p>
関連資料 (図・表・写真)
<p>・和菓子の「くずざくら」はクズ澱粉3にジャガイモ澱粉1を混合したものが最良とされているが、サゴヤシ澱粉は「光沢」「色」「切れ味」「口あたり」「弾力性」などほとんどの指標でそれを上回る高い評価を受けている。「わらびもち」のワラビ澱粉との比較でも、総じてサゴヤシ澱粉が高い評価を得た。このほか、小麦粉と混合してビスケットを焼いた場合などの評価も高い。「粘り」などの各物性指標の定量的分析結果でも、サゴヤシ澱粉の多様な可能性が裏付けられている。</p>



情報提供にご協力いただいた研究者:
共立女子大学 高橋節子 名誉教授
愛国学園短期大学 平尾和子 教授

農業／農産加工 (Pr-11) 耐熱性酵母によるバイオエタノール生産

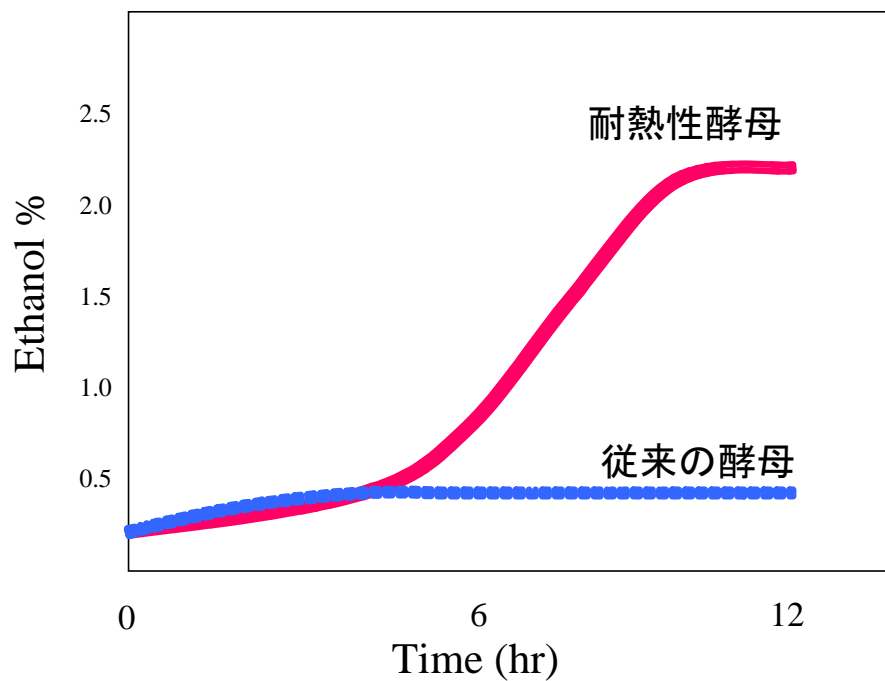
技術が既に適用されている国・地域および対象者
<p>【日本】未適用 【海外】バイオエタノール生産は各地にあるが、耐熱性酵母を用いたものはまだない。</p>
技術が適用可能な国・地域および対象者
<p>・サトウキビ廃糖蜜が産出される熱帯地域</p>
技術の背景
<p>・サトウキビから砂糖を生産する際に出る廃糖蜜は豊富な糖分を含むため、石油代替エネルギー源として世界的な注目を集めるバイオエタノールの原料になる。ところが、現在の技術では酵母が高温に耐えられないため、冷却しないとよく発酵せず、とりわけ年中高温である熱帯地域では、そのことがバイオエタノールの生産効率を著しく下げている。</p> <p>・山口大学はタイのカセサート大学などと耐熱性微生物の共同研究を進めてきた。その中で分離された耐熱性酵母は 45 度以上の高温下でも失活せず、糖分解効率を下げずにアルコールを生産できることが確かめられた。</p> <p>・これを実際の高温下でのエタノール生産で活用し、効果が実証できれば、熱帯地域におけるエタノールの生産効率が向上するため、途上国が自前の原材料でエネルギー源を効率よく生産できる道が切り開かれることになる。</p>
技術の内容
<p>【概要】</p> <p>・既にブラジルなどで量産され始めているバイオエタノールの主原料は廃糖蜜である。この発酵に用いられているのは、日本を含む先進国でアルコール発酵に使われているサッカロマイセス・セレベシエという酵母だが、この酵母は、発酵熱が 45 度を超すと活性を失うため、円滑な連続発酵を実現するためには、発酵熱を冷却する必要がある。</p> <p>・一方、廃糖蜜が量産される熱帯地域の多くは、年中 30 度以上の高温下にあるため、冷却には大きなコストがかかってしまう。</p> <p>・山口大学の赤田倫治教授らがタイの研究者との共同研究で分離した耐熱性微生物は、45 度になっても失活することなく、糖を分解してアルコールを生産し続けることが、実験の結果、確認された。</p> <p>・熱帯地域のエタノール生産プラントで同様の成果が実証できれば冷却コストが下がり、途上国のバイオエタノール生産効率を引き上げることになる。</p> <p>【特長・効用】</p> <p>・途上国の高温下でエタノール生産を低コストで実現する道を開くため、途上国のエネルギー自前生産によるエネルギー主権の確立に寄与する。</p> <p>・これに決定的な役割を果たす耐熱性微生物の活用技術を日本が相手国に供与することによって、相手国との関係が強化され、そのことがひいては日本のエネルギーの安定確保にも寄与する可能性が高い。</p> <p>・バイオエタノールは二酸化炭素を出さないクリーンエネルギー源として世界でこぞって生産技術の開発が進んでいる。既にエタノール対応車が実用化されるなど、自動車燃料としての期待は特に大きい。インド、タイ、ブラジルなどの熱帯地域を含む途上国でも既に生産が始まっているため、耐熱性酵母を用いた生産技術は汎用性が極めて高く、地球規模のインパクトにつながりうる。</p>
途上国のニーズとの整合性
<p>・従来の酵母は高温に弱いため、エタノールの生産効率が低く、高温下の熱帯地域では、これを突破する技術が求められている。</p> <p>・人口増加の主舞台となる途上国では、石油代替エネルギーの確保が経済発展の大前提になる。</p> <p>・エタノールを生産するのが企業でも、サトウキビから砂糖もエタノールも生産できるようになれば、サトウキビの市場価値が上がり、その利益は農民に確実に還元される。</p>
途上国における適用上の問題点／利用上の留意点
<p>・途上国で既に操業しているバイオエタノール生産プラントの中で、実証試験ができる適当な場所が見つかるかどうか。</p>

関連情報 (ウェブサイト・参考文献)

・この研究は 2006 年秋に本格的に始まったばかりなので、2007 年 3 月の時点で直接の文献はない。

関連資料 (図・表・写真)

45°Cにおけるアルコール発酵



45°Cでは従来の酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) は全く増殖ができないのでアルコール発酵もできない。

(図の提供: 山口大学大学院 医学系研究科 応用分子生命科学専攻 赤田倫治授)

情報提供にご協力いただいた研究者:
山口大学大学院 医学系研究科 応用分子生命科学専攻 赤田倫治 教授

農業／農産加工 (Pr-15) ヒマによる生計向上とヒ素汚染土壌浄化

技術が既に適用されている国・地域および対象者

【日本】未適用

【海外】シダなどを用いたヒ素汚染土壌浄化の試みは米国などにあるが、ヒマを用いた例はない。

技術が適用可能な国・地域および対象者

・バングラデシュ、タイ、メキシコなど、ヒ素による汚染土壌問題が起きている地域。

技術の背景

- ・ヒ素は、各地で皮膚がんなどを引き起こして社会問題になっている。例えば、バングラデシュのガンジスデルタは、300万人が砒素汚染地帯に住み、約1万人の中毒患者がおり、皮膚がんが多発している。
- ・これらのヒ素はもともと一部の土中にあった天然のヒ素で、灌漑のために水を汲み出したことなどにより、人々の生活圏に入り込んだ。
- ・植物を用いた土壌汚染の改善(ファイトリメディエーション)は近年、開発途上国などで現実的な技術として評価されるようになってきた。しかし、ヒ素を効率的に濃縮するシダなどの野生植物は発見されているものの、住民に対する経済的なメリットが全くないために利用されていない。経済的貧困に悩む途上国では特にそうである。

技術の内容

【概要】

- ・井上直人信州大学教授は、バングラデシュのヒ素汚染地帯で、汚染水、汚染土壌、植物を採取し、分析した。植物は30種類110点を採集し、器官別に分析した。その結果、ヒマが特徴的な性質を持っており、砒素汚染地帯でも健全に生育することを見出した。
- ・ヒマは、ヒ素を吸収しても生理的に耐える耐性が高いことが生理生態学的研究の結果、明らかになった。すなわち、ヒマは砒素汚染地帯において、土壌と水の砒素を効果的に吸収できる。しかも、根には砒素が集積するが地上部には移行しにくいいため、ヒ素汚染土壌に植えてヒ素を吸収させても、ヒマシ油として利用される種子には問題がない。
- ・ヒマシ油はその成分の特性から、エンジンなどの高温条件下の潤滑油やブレーキオイル、油圧油などとして使われるほか、石鹸、染料、インク、ワックス、香水、防カビ剤、下剤、接着剤、コーキング、保湿剤、ラッカー、ゴム、ウレタン原料など、工業原料として幅広く使われている。ランプ油としてもすぐれているため、インドやバングラデシュではランプ油として広く使われており、その経済価値は高い。さらに、ヒマシ油はガソリンと水に混合することでエマルジョンを形成し、燃費の向上、粒状物質削減、窒素酸化物の削減に役立つことが知られている。

【特長・効用】

- ・ヒ素汚染を土木工事的アプローチで改善しようとするのとたいへんな経費がかかるが、ヒマのような植物を利用すれば安くできる。
- ・ヒマシ油は幅広い用途があり、経済性が高いため、ヒマを植えることは、環境浄化だけでなく、生計向上に寄与する。このことがヒマを植えることへのインセンティブになる。

途上国のニーズとの整合性

- ・ヒ素汚染に直面している国はバングラデシュ、タイ、メキシコなど各地にあつて既に多数の住民に被害をもたらしているにもかかわらず、効果的なヒ素汚染土壌の浄化技術はまだ実践されておらず、問題は未解決のままである。

途上国における適用上の問題点／利用上の留意点

- ・ヒマを植える前に、ヒマシ油を搾油する主体と、搾油に必要な施設、資金などを整えて、ヒマの市場性を実際に確保しておく必要がある。

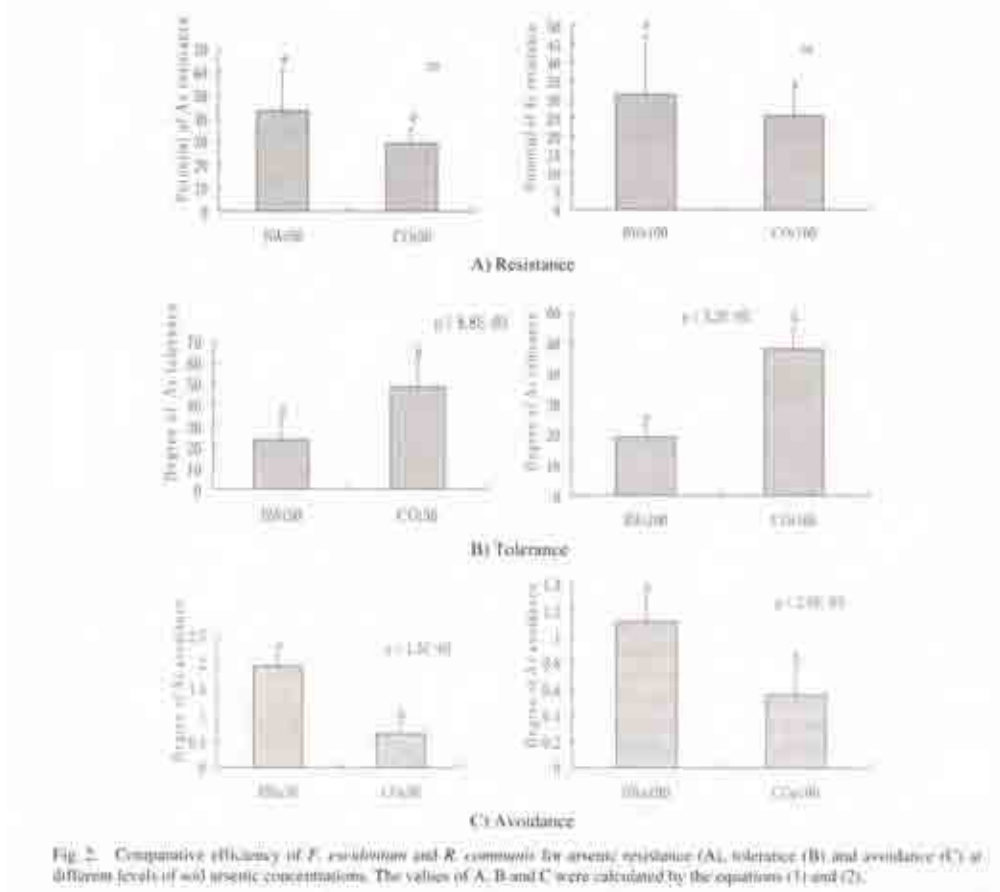
関連情報 (ウェブサイト・参考文献)

- ・R. Mhamud 井上直人ら FAGOPHYRUM(国際蕎麦学会誌、2006) 23:45-51. その他の井上教授の論文は現在、熱帯農業学会と国際蕎麦学会で審査中。

ヒマとソバのヒ素に対する抵抗性、耐性、回避性の比較

ソバ(BW)は毒を吸収しない性質＝回避性(下図 C)が高く、ヒマ(CO)は毒を吸収しても耐える性質＝耐性(同 B)が高い。耐性×回避性＝抵抗性(同 A)はソバがヒマより高いが、それは主に回避性が高いことによるものなので、ソバを植えてもヒ素汚染土壌の浄化にはあまりならない。ヒ素を吸い上げてくれ、かつ、そのヒ素が実にはたまらないというヒマの重要性がそこにある。

(グラフの「50」はヒ素濃度 50ppm、「100」は同 100ppm を表わす。図表は井上直人信州大教授提供)。



写真下はヒマ (http://en.wikipedia.org/wiki/Castor_oil_plant)
 写真右はヒ素中毒の危険性を呼びかけるバングラデシュの
 NPO のポスター (井上直人信州大教授提供)



情報提供にご協力いただいた研究者:
 信州大学 農学部 食料生産科学科 井上直人 教授